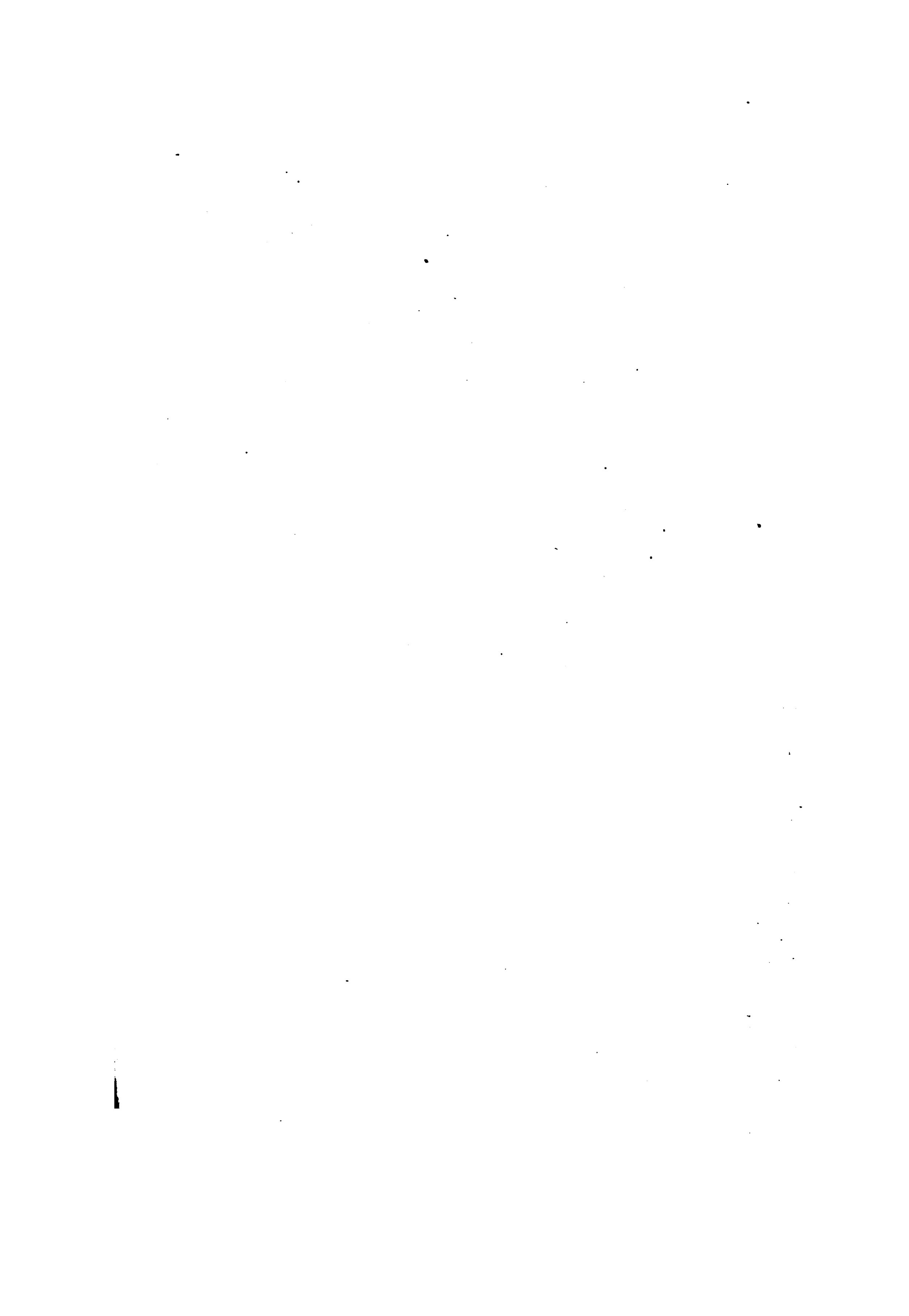

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06637221 4







Karmarsch-Fischer
VFC



Handbuch

der

echanischen Technologie

von

Karl Karmarsch,

weiland Geh. Reg.-Rath und Direktor der polytechn. Schule zu Hannover.

In fünfter Auflage herausgegeben von E. Hartig, Prof. der mech. Technologie am Kgl. Polytechnikum zu Dresden.

Sechste neubearbeitete und erweiterte Auflage

bearbeitet von

Hermann Fischer,

Prof. der mechan. Technologie an der Kgl. Technischen Hochschule zu Hannover.

Drei starke Bände mit zahlreichen Textabbildungen.

Zweiter Band.

Aufbereitung der Festkörper.

arbeitung der Metalle, der Hölzer, des Hornes, der Steine, Glas- und Thonwaren.)

Leipzig 1891.

Baumgärtner's Buchhandlung.

Die

Bearbeitung der Metalle, der Hölzer, des Hornes, der Steine, Glas- und Thonwaren

von

Hermann Fischer

Professor der Mechan. Technologie an der techn. Hochschule zu Hannover.

Mit 272 Textfiguren.

Leipzig 1891.

Baumgärtner's Buchhandlung.


ASTOR LIBRARY
OCT
6
1891
NEW YORK

Inhaltsverzeichnis.

Zweite Abteilung.

Dritte Abteilung.

Dritter Abschnitt.

Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Sechster Abschnitt.

Zweiter Teil.

Die Bearbeitung der Hölzer.

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Dritter Abschnitt.

Seite

Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Sechster Abschnitt.

Dritter Teil.

Bearbeitung der Gesteine, sowie Verfertigung der Glas- und Thonwaren.

Erster Abschnitt.

Erste Abteilung.

Zweite Abteilung.

Zweiter Abschnitt.

Dritter Abschnitt.

Einleitung.

Die **Technologie** oder **Aufbereitungskunde** hat zum Gegenstande die geordnete Beschreibung und Erklärung derjenigen Verfahrungsarten und Hilfsmittel, welche bei der Verarbeitung der Naturerzeugnisse unmittelbare Anwendung finden.

Durch die Verarbeitung der Naturerzeugnisse oder durch die fernere Veredlung schon verarbeiteter Gegenstände (Fabrikate) wird entweder bloss deren Gestalt oder es wird deren Stoff verändert. Nach dieser Rücksicht zerfallen die sämtlichen Bearbeitungsverfahren in mechanische und chemische, wodurch auch zwei Hauptteile der Aufbereitungskunde entstehen. Die Lehren des mechanischen Aufbereitungswesens behandeln jene Bearbeitungsweisen, durch welche Gegenstände eine Veränderung ihrer Gestalt erleiden, stofflich aber unverändert bleiben (abgesehen von der Umbildung des Gefüges), diejenigen des chemischen Aufbereitungswesens finden ihren Gegenstand in denjenigen Arbeitsvorgängen, welche Umwandlungen des Stoffs herbeiführen. Oft ist die Bearbeitung eines Gegenstandes teils chemisch, teils mechanisch (wie das Schmelzen des Sandes mit Pottasche, Soda, Kalk u. s. w., und die dann folgende Umwandlung der Glasmasse in Gefässe oder Platten, in der Glaswarenverfertigung). Solche Gewerbe gehören in der einen Beziehung dem chemischen, in der andern aber dem mechanischen Aufbereitungswesen an.

Sofern die bei den mechanischen Bearbeitungsweisen angewendeten Hilfsmittel nicht allein Werkzeuge, sondern auch Maschinen sind, welche zu besonderer wissenschaftlicher Bearbeitung reichlichen Stoff liefern, haben sich allmählich die verschiedenen Maschinenwissenschaften (allgemeine oder beschreibende Maschinenlehre, Maschinen-Theorie, Maschinenbaulehre und Maschinengetriebelehre) von der mechanischen Aufbereitungskunde abgelöst. Während dieselbe alle nur mittelbar zur Verarbeitung dienenden Maschinen (so die Krafterzeugungs- und Fördermaschinen) den Maschinenwissenschaften ganz überlässt, behandelt sie die unmittelbar gestalt-ändernden Maschinen (Arbeitsmaschinen) nur von dem Gesichtspunkte der mit Rücksicht auf die Eigenschaften des Rohstoffs und des zu Erzeugenden erreichbaren höchsten Zweckmässigkeit selbständig. Untersuchungen über das Spiel und den Zusammenhang der auftretenden Kräfte, über die Natur der angewendeten Mechanismen u. dgl. überlässt sie auch bei diesen Maschinen den betreffenden Maschinenwissenschaften.

Die **mechanische Aufbereitungskunde**, welche allein den Gegenstand des vorliegenden Werkes ausmacht, erhält, je nach dem für den Vortrag gewählten Verfahren, den Namen der allgemeinen oder der speziellen oder begrenzten.

Die **spezielle** oder **begrenzte Aufbereitungskunde** verfolgt der Reihe nach den Gang der Arbeiten, welche zur Hervorbringung eines gewissen Erzeugnisses dienen, und bildet dabei ihre Abschnitte entweder: a. nach den Urstoffen (Wollwaren, Seidenwaren, Holzarbeiten, Metallarbeiten u. s. w.), oder b. nach den Erzeugnissen (Tuchverfertigung, Garnspinnerei, Drahtzieherei, Blechverfertigung) oder endlich c. nach den gebräuchlichen Trennungen in Gewerbsbetriebe (Schmiede-, Schlosser-, Tischler-, Drechslerhandwerk, Leinweberei, Drellweberei u. s. f.)

Die Vortragsweisen a. und b. haben eine jede ihre Vorzüge, weil die Verfahrungsarten und Hilfsmittel der Gewerbe miteinander verwandt sind, wenn man aus einander ähnlichen Rohstoffen verschiedenartiges erzeugt, oder im anderen Falle ähnliche Waren aus verschiedenen Rohstoffen hergestellt werden. So haben auf einer Seite die mancherlei Metallbearbeitungen ebensoviel miteinander gemein, wie auf der anderen Seite die Flachs-, Baumwoll- und Wollspinnerei, die Leinen-, Baumwoll- und Seidenweberei. Die Vortragsweise c. fällt zwar hin und wieder mit den beiden vorigen zusammen, eignet sich aber am wenigsten zu einer zweckmässigen Darstellung, weil sie ausser stande ist, unzählige Wiederholungen zu vermeiden, und sehr oft das in wissenschaftlicher Beziehung Zusammengehörige auseinander reisst.

Die **allgemeine Aufbereitungskunde** (allgemeine oder vergleichende Technologie) betrachtet die Mittel (d. h. die Verfahrungsarten, Werkzeuge, Maschinen) an sich, und nicht sowohl in Beziehung zu ihrer Folge bei Herstellung eines bestimmten Gegenstandes, als im Vergleiche mit anderen Mitteln, welche den nämlichen oder einen ähnlichen Erfolg anstreben helfen. So werden z. B. alle Mittel zum Festhalten der Werkstücke, zum Zerteilen, zum Vereinigen u. s. f. zusammengestellt, jedes einzelne wird nach dem Grade seiner Anwendbarkeit und Zweckmässigkeit, seinen eigentümlichen Vorzügen und Schwierigkeiten gewürdigt.

Diese Darstellungsart ist allein im stande ohne grosse Breite die Mittel und Arbeitsvorgänge des mechanischen Aufbereitungswesens in ihrer Gesamtheit gründlich vorzutragen. Sie bedarf jedoch der Ergänzung, insoweit wie die Eigenart der Rohstoffe und der zu erzeugenden Waren besondere Rücksichten verlangen. Es schmiegt sich daher an sie — welche im Band I abgehandelt wurde — naturgemäss die begrenzte Aufbereitungskunde, welche sich der Rohstoffkunde aufbaut und nach der Art der zu erzeugenden Waren gliedert und demgemäss in voneinander unabhängige Teile zerfällt. Das ermöglicht die Beschränkung auf die wichtigsten Gebiete des mechanischen Aufbereitungswesens.

Es sollen in dem vorliegenden Werke nacheinander behandelt werden:
Erster Teil: Die Bearbeitung der Metalle.
Zweiter Teil: Die Bearbeitung der Hölzer.
Dritter Teil: Die Bearbeitung der Bausteine.
Vierter Teil: Die Erzeugung der Thon- und Glaswaren.
Fünfter Teil: Die Spinnerei, Weberei, Wirkerei u. s. w.
Sechster Teil: Die Papier-, Pappen- und Filzverfertigung.
Siebenter Teil: Die Müllerei.

Erster Teil.

Bearbeitung der Metalle.

Die Bearbeitung der Metalle ist von höchst ausgedehnter Wichtigkeit an sich; zugleich liefert sie grösstenteils die Werkzeuge und anderen Geräte für die übrigen Gewerbe: so dass es unerlässlich erscheint, mit ihr die Abhandlung des Gegenstandes zu eröffnen. Vor allem ist notwendig: Kenntnis des Stoffes; daher werden die Eigenschaften der Metalle zuerst erörtert, mit Hinzufügung des Wichtigsten über ihre Herkunft. Sodann wird berücksichtigt die anfängliche Bearbeitung derselben, wodurch sie gleichsam die erste Stufe ihrer schliesslichen Ausbildung ersteigen, an welche sich die meistens notwendige weitere Bearbeitung schliesst. Diese fortgesetzte Bearbeitung macht den Gegenstand des dritten Abschnittes aus. Der vierte handelt von der Zusammenfügung oder Verbindung der bearbeiteten Teile zu einem Ganzen; der fünfte endlich von den zur Verschönerung, Verzierung und äussern Vollendung bestimmten Arbeiten. Hiermit ist die allgemeine Abhandlung der Metallverarbeitung geschlossen; und der sechste Abschnitt beschäftigt sich mit der Beschreibung einzelner wichtiger und eigenartiger Arbeitsfolgen, insofern sie im Vorhergehenden nicht schon erledigt sind, und mit steter Beziehung auf jene vorausgegangene Darstellung. Dieser letzte Abschnitt zeigt also die früher angegebenen Arbeitsverfahren, Werkzeuge und Maschinen in ihrer Anwendung auf die Hervorbringung einzelner Erzeugnisse, und erörtert zugleich manches, was, einem besonderen Zwecke dienend, in der allgemeinen Auseinandersetzung nicht aufgenommen werden konnte.

I. Abschnitt.

Eigenschaften und Herkunft der Metalle.

Folgende Metalle bezw. Metallmischungen werden hauptsächlich mechanisch bearbeitet: Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei, Nickel, Aluminium, Silber, Gold, Platin, Messing und Tombak, Bronze, Neusilber u. w.

Mischungen. Es sei von vornherein bemerkt, dass völlige Reinheit der Metalle nur ausnahmsweise vorliegt. Sie sind teils zufällig, teils mit Absicht mit anderen Stoffen durchsetzt, wodurch ihre Eigenschaften oft ganz erheblich beeinflusst werden.

1. Das Eisen.

Dieses wichtigste aller Metalle ist in drei Hauptzuständen im Gebrauch, nämlich als Roheisen, Stahl und Schmiedeisen, welche vorwiegend durch den Kohlenstoffgehalt gekennzeichnet werden. Das Roheisen enthält höchstens 6 % bis herab zu 2 %, Stahl 1,75 bis 0,5 %, Schmiedeisen 0,5 bis 0,05 % Kohlenstoff. Graues und weisses Roheisen sind nicht durch die Menge ihres Kohlenstoffgehaltes, wohl aber durch den Umstand verschieden, dass im weissen aller oder fast aller Kohlenstoff gleichmässig durch die ganze Masse in chemischer Verbindung enthalten, dagegen im grauen der grössere Teil des Kohlenstoffs der Eisenmasse in kleinen Teilchen (als sogenannter Graphit) mechanisch eingemengt ist, weshalb eine durch Feilen, Schleifen u. s. w. blank gemachte Fläche von grauem Roheisen mit feinen (oft nur unter der Linse erkennbaren) schwarzen Pünktchen bedeckt erscheint. Je mehr das Roheisen und der Stahl Kohlenstoff enthalten, desto schmelzbarer sind sie. Bei dem Stahle hat die Vermehrung des Kohlenstoffgehaltes und der Schmelzbarkeit einen geringern Grad von Schweissbarkeit, aber die Fähigkeit eine grössere Härte anzunehmen, zur Begleitung. Im Roheisen und Stahl ist der Kohlenstoff ein wesentlicher Bestandteil, durch welchen die Eigenschaften des Stoffes hauptsächlich hervorgebracht werden; im Schmiedeisen dagegen kann der Kohlenstoff ganz fehlen, und dennoch kann das Eisen sehr gut sein. Im Roheisen sind neben dem Kohlenstoffe immer noch mehr oder weniger kleine Beimischungen anderer fremder Stoffe vorhanden, welche aus dem Eisenherze herrühren und die Beschaffenheit des Eisens beeinflussen (Schwefel, Phosphor, Silicium, Mangan, Titan, Chrom, Arsen, Zinn, Antimon, Kupfer, Aluminium, Magnesium, Kalcium). Im Stahle kommen ebenfalls einige dieser zufälligen Verunreinigungen vor, jedoch in geringerer Menge. Gutes Schmiedeisen dagegen sollte nur reines Eisen und eine sehr geringe Menge Kohlenstoff enthalten; ein Rückhalt der obengenannten fremden Stoffe (der in den meisten Arten sich dennoch findet) ist meist der Güte desselben nachteilig, wenn er auch so wenig beträgt, dass er nur bei den genauesten chemischen Untersuchungen entdeckt werden kann. Ein Mangangehalt (der im Roheisen wohl bis zu 7 ½ und mehr, im Schmiedeisen bis zu fast 2 % vorkommt, im Stahl, wenn überhaupt vorhanden, stets sehr gering ist) schadet jedoch in keiner Weise. Es scheint sogar, dass ein beträchtlicher Mangangehalt dem Schmiedeisen aussergewöhnliche Zähigkeit, dem Stahl die möglichst grosse Härte zu verleihen vermag. — Wenn Eisen der Wirkung einer Säure ausgesetzt wird, so bleibt, indessen das Metall sich auflöset, Kohlenstoff mit schwarzer Farbe zurück; letzterer ist desto bemerklicher, je grösser seine Menge ist. Deshalb erzeugt ein Tropfen Scheidewasser auf

Roheisen einen grauschwarzen, auf Stahl einen aschgrauen, auf Schmiedeisen einen weissgrauen Fleck. Sind (wie dies häufig der Fall ist) im Schmiedeisen oder Stahl Teile von verschiedenem Kohlenstoffgehalte miteinander vermengt, so zeigt die abgefeilte, mit verdünnter Salpeter-, Schwefel- oder Salzsäure bestrichene und wieder abgewaschene Oberfläche, dieser Mengung gemäss, Streifen oder Flecken von hellerer und dunklerer Farbe, welche bei schlechtem Schmiedeisen ausserordentlich auffallend sind. Man kann hierauf ein Verfahren gründen, um die Güte des Eisens zu prüfen (s. w. u.).

Man hat die Menge des Kohlenstoffs gefunden: im grauen Roheisen zu 1,50 bis 6,05, im weissen zu 1,75 bis 5,93 %; durchschnittlich enthält daher weisses Roheisen, verglichen mit dem grauen, nicht weniger Kohlenstoff, so dass im allgemeinen die Verschiedenheit der Eigenschaften keineswegs von der Grösse des Kohlenstoffgehalts herrührt, was schon der Umstand beweist, dass das nämliche Roheisen grau oder weiss erscheinen kann, je nachdem es schnell oder langsam erkaltet ist. Die Fähigkeit, durch langsame Abkühlung nach dem Schmelzen grau zu werden, fehlt denjenigen weissen Roheisensorten, welche weniger als etwa 2,3 % Kohlenstoff enthalten. — Nähere Angaben über die Menge des Kohlenstoffs in verschiedenen Roheisengattungen: Spiegeleisen 3,31 bis 5,93; luckiges und blumiges 2,40 bis 5,05; weissgares 1,75 bis 4,12; grelles 2,13 bis 4,20; halbiertes 1,61 bis 4,77; graues 1,50 bis 6,05; schwarzes 3,66 bis 4,33 %. — Im weissen Roheisen ist überhaupt gar kein oder nur ein kleiner Teil (selten mehr als ein Fünftel) des Kohlenstoffgehalts ungebunden, d. h. mechanisch eingemengt; im grauen beträgt der eingemengte Kohlenstoff meist über die Hälfte und zuweilen bis 0,9 des gesamten Kohlenstoffgehalts, oder noch mehr. Das halbierte Eisen hält in dieser Beziehung — da es ein Gemenge von grauem und weissem ist — die Mitte zwischen beiden. — Unter den Stahlarten ist regelmässig der Gussstahl am kohlenstoffreichsten (1 bis $1^1/_2$ und selbst 1,75 %), er nimmt deshalb die grösste Härte an. Es scheint, dass auch im Stahl nicht selten ein geringer Anteil des Kohlenstoffs nur mechanisch eingemengt auftritt, was nach einigen Untersuchungen sogar beim Schmiedeisen der Fall sein soll. Das Bessemereisen enthält 0,05 bis 1,35 % gänzlich chemisch gebundenen Kohlenstoff. — Einige Chemiker wollten auch Stickstoff (der allerdings bei manchen Analysen gefunden wurde) als wesentlichen, d. h. notwendigen Bestandteil von Roheisen und Stahl ansehen; doch ist die Unhaltbarkeit dieser Meinung nachgewiesen.

Nachdem der wesentliche Unterschied zwischen den drei Arten des Eisens in einer ungleichen Beimischung eines und desselben Körpers (des Kohlenstoffs) gegründet ist, so kann es nicht überraschen, dass manche Arten des Schmiedeisens ziemlich dem Stahle, manche Arten des Stahls dem Roheisen, und umgekehrt, in ihren Eigenschaften sich nähern; kurz dass die Grenzlinien zwischen Roheisen, Stahl und Schmiedeisen sich mehr oder weniger verwischen, und Mittelglieder oder Übergänge gefunden werden, deren Zuteilung zur einen oder anderen Gruppe einigermassen zweifelhaft ist.

Man hat sich — sowohl was die chemische Zusammensetzung (den Kohlenstoffgehalt) als die davon abhängenden physischen Eigenschaften betrifft — die sämtlichen Abänderungen des Schmiedeisens, Stahls und Roheisens als Glieder einer einzigen grossen Reihe vorzustellen, von welcher die Technik zu ihrer absichtlichen Erzeugung und Verwendung diejenigen auswählt und mit den obigen eigenen Namen belegt, in denen gewisse nützliche Eigenschaften am entschiedensten ausgesprochen sind, so dass sie für bestimmte Zwecke vorzugsweise tauglich sich darstellen: die Mittel- oder Übergangsglieder haben zum

Teil einen geringern, zum Teil gar keinen gewerblichen Wert. Das chemisch reine, kohlenstofffreie Eisen ist das Urbild des Schmiedeisens, welches noch bis gegen $^1/_2$ % Kohlenstoff vertragen kann, ohne seine schätzbarste Eigenschaft, die Geschmeidigkeit, zu sehr vermindert zu sehen, wiewohl es desto härter ist, je mehr sein Kohlenstoffgehalt steigt, daher die Unterscheidung in weiches (zäheres, biegsameres) und hartes (steiferes) Schmiedeisen. Das letztere wird, glühend in Wasser abgelöscht, schon etwas härter; aber die Eigenschaft, sich in brauchbarem Grade härten zu lassen, erlangt es erst bei einem Kohlenstoffgehalte von mehr als $^1/_2$ %. Bis zu etwa 0,65 % ist es dann ein im gewöhnlichen Zustande noch sehr geschmeidiger, weicher Stahl, welcher aber nicht der grössten Härtung fähig ist und blau angelassen ausgezeichnete Federkraft äussert (Sensen-, Messer-, Sägen- und Federstahl). Die Arten mit mehr als $^2/_3$ aber höchstens $1^1/_2$ % Kohlenstoff nehmen grössere Härte an, sind dagegen weniger zäh und elastisch, übrigens noch gut schweissbar (hierzu gehören der Rasiermesser-, Stempel- und Meisselstahl, vom Gussstahl einige Arten). Bei $1^3/_4$ % Kohlenstoff ist der Stahl nur noch schwierig zu schweissen, aber lässt sich ausgezeichnet härten (der beste, sogenannte unschweissbare, Gussstahl). Bei 1,9 bis 2 % hört nicht nur die Schweissbarkeit, sondern selbst auch die Schmiedbarkeit auf: das Eisen zerfällt, im glühenden Zustande unter den Hammerschlägen, lässt sich aber kalt noch ausdehnen, und bildet den Übergang vom Stahl zum weissen Roheisen, oder eigentlich des letztern kohlenstoffärmste Art, welche äusserst hart, nicht sehr spröde, unfähig, durch langsame Abkühlung nach dem Schmelzen grau zu werden, schwerflüssig, zur Giesserei völlig untauglich, als Stahl ebensowenig brauchbar, fast bloss zum Verfrischen (Umwandlung in Stahl oder Schmiedeisen) geeignet ist. Dann folgt das kohlensoffreichere weisse Roheisen, neben welchem die grauen Roheisenarten — mit der Fähigkeit des Übergangs von dem einen ins andere — herlaufen; in diesem Abschnitte liegen die zur Giesserei dienlichen Eisenarten. Den Schluss der Reihe macht das kohlenstoffreichste Roheisen (Spiegeleisen), welches äusserst hart und spröde, am dickflüssigsten, nur zum Verfrischen anwendbar ist, wie schon ebenfalls das blumige und luckige Roheisen, welche ihm unmittelbar vorausgehen. — Zwischen dem Schmiedeisen und dem guten Stahle stehen auf der Grenze die Eisenarten, welche als gutes Schmiedeisen zu hart, als Stahl noch zu schlecht (nicht genugsam härtungsfähig) sind; zwischen dem Stahle und dem (weissen) Roheisen diejenigen, welche als das eine oder andere angesehen werden können, aber zu unmittelbarer Verarbeitung fast keinen Wert haben (stahlartiges Roheisen, wilder Stahl).

Nach dem Vorstehenden ist leicht zu begreifen, wie unter geeigneten Umständen eine Art des Eisens in die andere verwandelt werden kann. a. Schmiedeisen wird zu Stahl durch Aufnahme von Kohlenstoff, indem man dasselbe zwischen Pulver von Kohle oder kohlenstoffhaltigen Körpern (Holzkohle, schwarzgebrannten Knochen, Ochsenklauen oder Pferdehufen, verkohlten Hornspänen oder Lederschnitzeln, Feilspänen von grauem Roheisen, Cyaneisenkalium) anhaltend glüht, oder in der Glühhitze mit Kohlenwasserstoffgas in Berührung lässt. b. Aus Schmiedeisen wird Roheisen, wenn man ersteres mit einer genügenden Menge Kohle zum Schmelzen bringt. c. Aus Roheisen bildet sich Schmiedeisen durch Verlust des Kohlenstoffs, bei längerem Schmelzen in Berührung mit einem Luftstrome und mit Eisenoxyden. In diesem Falle verbrennt der Kohlenstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft und des Eisenoxyds. d. Das Roheisen verwandelt sich in Stahl, wenn die unter c. bezeichnete Behandlung früh genug unterbrochen wird, um noch einen hinlänglichen Teil des Kohlenstoffs in Verbindung mit dem Eisen zu lassen. e. Selbst wenn Roheisen nur unter Luftzutritt längere Zeit im Flusse erhalten wird, erleidet es

schon eine ähnliche, nur unvollkommenere, Veränderung, wie die unter d. angeführte, indem es einen gewissen Grad von Geschmeidigkeit erhält, und dem Stahle einigermassen ähnlich wird. f. Weisses Roheisen in Berührung mit der Luft geglüht, wird durch Einwirkung des auf der Oberfläche entstehenden Glühspans, welcher den Kohlenstoff zum Teil oxydiert (verbrennt), grau, weich, körnig, und weniger spröde, kurz stahlähnlich. g. Stahl nimmt die Eigenschaften des Schmiedeisens an und verliert die Fähigkeit, sich härten zu lassen, wenn er sehr stark oder zu wiederholten Malen geglüht wird. Man sagt dann, der Stahl sei verbrannt und in der That beruht jene Veränderung auf einer mehr oder minder vollständigen Verbrennung des im Stahle enthalten gewesenen Kohlenstoffs. Diese Erfahrung ist den Eisenarbeitern sehr wohl bekannt, die sich deswegen hüten, den Stahl zu überhitzen oder zu oft in das Feuer zu bringen. Von dem wirklichen Verbrennen ist aber die (viel öfter vorkommende) uneigentlich ebenso genannte Veränderung zu unterscheiden, welche infolge zu starken Glühens durch ein grobkörniges Gefüge und auffallende Mürbheit sich offenbart, ohne dass eine bemerkbare Minderung des Kohlenstoffgehalts eingetreten ist (Überhitzen des Stahls, s. w. u.). h. Der Stahl verliert endlich auch Kohlenstoff und wird weicher, überhaupt dem Schmiedeisen ähnlicher, wenn man ihn zwischen Feilspänen von Schmiedeisen (welche dabei Kohlenstoff aufnehmen) unter Ausschluss der Luft heftig glüht. Hierauf beruht das Entkohlen oder Weichmachen der Stahlplatten für den Stahlstich. Solche Platten haben vor Eisenblech den grossen Vorzug, dass sie (aus geschmolzenem Stahle, Gussstahl, bereitet) frei von unganzen Stellen sind, und doch eben die Weichheit besitzen können, wie Schmiedeisen.

A. Das **Roheisen** oder **Gusseisen,** die kohlenstoffreichste der in der Technik verwendeten Eisenarten, ist bei starker Weissglühhitze (durchschnittlich bei 1200° C.) schmelzbar, von verschiedenem Grade der Härte und immer spröde. Sein Einheitsgewicht schwankt zwischen 6,635 und 7,889 als äussersten beobachteten Grenzen, beträgt aber gewöhnlich 7,0 bis 7,5. Seine Reissfestigkeit beträgt 5 bis 15 *kg* für 1 *qmm*. Es kommt in vielen Abänderungen vor, welche in der Farbe, im Ansehen des Bruches, in dem Grade der Härte und Sprödigkeit voneinander verschieden sind. Weit entfernt, durch scharfe Grenzen geschieden zu sein, gehen diese Abänderungen vielmehr dergestalt ineinander über, dass die in der technischen Sprache für dieselben angenommenen Namen nur ein Mittel sind, die auffallendsten Abweichungen zu bezeichnen, auf welche die übrigen mehr oder weniger zurückgeführt werden können. Am wesentlichsten sind die Verschiedenheiten zwischen den zwei Hauptarten des Roheisens, welche man, nach der Farbe ihres Bruchs, graues und weisses nennt. Jede dieser zwei Arten zerfällt wieder in Unterabteilungen. Das graue Roheisen ist im allgemeinen von grauer Farbe, körnigem Bruche, von geringerer Härte und Sprödigkeit als das weisse, und wird im starken Rotglühen so weich, dass es mit einer rasch bewegten Holzsäge, ohne Beschädigung der letztern, geschnitten werden kann. Je dunkler seine Farbe, desto gröber und glänzender ist das Korn des Bruches, desto

geringer die Härte und Sprödigkeit. Die dunkelste Art bildet das schwarze oder übergare, totgare Roheisen, welches grauschwarz, sehr grobkörnig, weich und mürb, wegen der letzteren Eigenschaften nicht zu Gusswaren anwendbar ist, und daher nie absichtlich erzeugt wird. Die helleren Arten (graues, gemeines oder gares Roheisen) eignen sich sehr gut fast zu allen Anwendungen. Das weisse Roheisen (Hartfloss) besitzt eine helle weisse Farbe, einen strahligen oder blätterigen, oft ins Dichte übergehenden Bruch, eine grosse Härte (so, dass es kaum von der Feile angegriffen wird) und grosse Sprödigkeit. Es ist leichter schmelzbar, aber dickflüssiger, als das graue. Unter den Abarten desselben steht das grelle Eisen, dünngrelle Eisen oder Weisseisen (mit weissgrauer Farbe und etwas porösem Bruche ohne deutlichem Gefüge), welches am häufigsten vorkommt, dem grauen Eisen am nächsten. Das luckige Roheisen (Weichfloss) ist bläulichweiss, feinzackig, sehr porös (löcherig); das blumige Roheisen, bläulichgrau, feinstrahlig oder strahlig-faserig im Bruche; das Spiegeleisen (Spiegelfloss, dickgrelles Eisen, Hartfloss im engern Sinne, auch — wegen seiner Verwendung zur Stahlbereitung — Rohstahleisen genannt) grossblätterig, fast silberweiss und stark glänzend, auf den Flächen spiegelnd, im Schmelzen am dickflüssigsten. Zwischen dem Spiegeleisen und blumigen Eisen steht das sogenannte weissgare Eisen in der Mitte.

Graues und weisses Eisen in einer Masse zusammengemengt, bilden das halbierte Roheisen, welches, je nach der Art seiner Mengung, auf dem Bruche mit weisser und grauer Farbe gefleckt, seltener gestreift (streifiges Roheisen) erscheint.

Gusseisen (und nur dieses, nicht das Schmiedeisen) hat die merkwürdige Eigenschaft, nach vorausgegangener Erhitzung und dadurch bewirkter Ausdehnung beim Wiederabkühlen sich nicht völlig auf seinen ursprünglichen Rauminhalt zusammenzuziehen, sondern eine bleibende Vergrösserung zu zeigen (das sogenannte Quellen). Mit wiederholter Erhitzung und Abkühlung tritt jedesmal eine neue Vergrösserung hinzu, und dies kann so weit gehen, dass endlich alle Abmessungen um 3 bis 4% (der Rauminhalt um 9 bis 12%) grösser sind als ursprünglich. Dieser Umstand erfordert in manchen Fällen ernste Berücksichtigung: Bolzen zu Plätteisen müssen kleiner gegossen werden, um nach längerem Gebrauch noch in dem Plätteisen Raum zu haben; Roststäben in Feuerherden muss man auf ihren Unterlagen einen Spielraum von etwa $^1/_{24}$ ihrer Länge lassen, damit sie sich frei verlängern können und nicht durch das Anstossen genötigt sind, sich zu krümmen. Eine nützliche Anwendung der Erscheinung ist bei Kanonenkugeln gemacht worden, welche — beim Guss zu klein ausgefallen — durch Glühen für die Geschütze passend werden, falls nicht der Grössenfehler zu bedeutend war.

Eine andere bemerkenswerte Eigenschaft des grauen oder Gusseisens ist die vorübergehende Ausdehnung, welche dasselbe beim Erstarren erleidet; der Raumgehalt des flüssigen Gusseisens vermindert sich zwar im allgemeinen bei abnehmender Temperatur, er vergrössert sich aber beim Übergang des Metalls in den festen Zustand, um erst weiterhin wieder mit fallender Temperatur sich zu verkleinern. Hierdurch erklärt sich die Erscheinung, dass oftmals Stücke von noch ungeschmolzenem Gusseisen auf flüssigem schwimmen.

Diese Eigenschaft des grauen Eisens macht dasselbe besonders geeignet für die Zwecke der Giesserei, indem durch die vorübergehende

Ausdehnung im Augenblicke des Erstarrens die Gestalt der Gussform mit aller Schärfe auf dasselbe übertragen wird (vergl. I, S. 212).

Graues Roheisen wird durch schnelles Abkühlen nach dem Schmelzen weiss, blätterig im Bruche und hart, nimmt überhaupt alle Eigenschaften des weissen Roheisens an; verliert sie aber wieder und wird grau, wenn man es neuerdings bei sehr starker Hitze schmilzt und äusserst langsam abkühlen lässt. Erhitzt man dünnere für die Bearbeitung zu hart ausgefallene Gusseisenstücke, ohne sie zu schmelzen, bis zur Weissglut und lässt sie an der Luft erkalten, so erlangen dieselben schon hierdurch die erwünschte Weichheit. Giesst man geschmolzenes graues Roheisen in Wasser, oder löscht (schreckt) man es durch reichlich darauf geschüttetes Wasser ab, so wird es durch und durch weiss; in nasse Sandformen, oder in Formen aus Eisen (welche durch gute Wärmeleitung die Abkühlung beschleunigen) gegossen, erleidet es jene Veränderung wenigstens an der Oberfläche (Hartguss), nach deren Wegnahme das Innere als unverändertes graues Eisen erscheint. Die so entstandene weisse und harte Kruste kann bei grosser Dicke der eisernen Form (Schale, Coquille) bis 100 *mm* und darüber dick gemacht werden (vergl. I, S. 217). Ursprünglich weisses (nicht aus grauem entstandenes) Roheisen lässt sich nur schwierig auf die vorstehend angezeigte Weise in graues umwandeln.

Indem das graue Roheisen durch Abschrecken sich in weisses verwandelt, nimmt es ausser Farbe, Härte und Sprödigkeit des letzteren, auch dessen grösseres Einheitsgewicht an. Beobachtungen hierüber haben gezeigt, dass die Steigerung des Einheitsgewichts in dem Verhältnisse von 1000 zu 1052 bis 1071 stattfindet, also der Raumgehalt des Eisens sich um 5 bis 6,6 % verkleinert. — Wird graues Roheisen nur rotglühend gemacht (wobei es vom Schmelzen weit entfernt ist) und schnell in gesättigter Kochsalzlösung oder in mit 10 % Schwefelsäure und 1 bis 2 % Salpetersäure versetztem Wasser abgelöscht, so nimmt es eine bedeutende Härte und entsprechend vergrösserte Sprödigkeit an, indem zugleich seine Bruchflächen feineres Korn und hellere Farbe erlangen. Das Salz und die Säure scheinen hier nur insofern zu wirken, als sie die Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers erhöhen, also die Abkühlung des Eisens beschleunigen (vergl. I, S. 218).

W. o. wurde erwähnt, dass man durch rasches Abkühlen graues Roheisen in weisses und dieses sodann durch Erhitzen und dem folgendes langsames Abkühlen wieder in graues verwandeln könne. Es muss noch erwähnt werden, dass im übrigen die beiden Stoffe: Mangan und Silicium Veranlassung zur Bildung des weissen bezw. grauen Roheisens geben. Solches Roheisen, welches weder Mangan noch Silicium enthält, erscheint weiss. Ist aber Silicium vorhanden, so findet eine Ausscheidung des Kohlenstoffs als Graphit statt, und zwar bei 1 % Siliciumgehalt in kaum merkbarem Grade. Ein grösserer Siliciumgehalt, welcher bis zu 5 % vorkommt, steigert die Kohlenstoffausscheidung, macht das Eisen grau. Die Gegenwart des Mangan schwächt die Wirkung des Siliciums, bezw. unterdrückt dieselbe; wenn 4 % Mangan und mehr vorhanden sind, so wird das Roheisen Spiegeleisen.

Beide Stoffe beeinflussen das Eisen auch noch in anderer Richtung. Der Mangangehalt vermehrt die Härte, der Siliciumgehalt die Dünnflüssigkeit. Ausserdem mindert der Siliciumgehalt das Blasig-, bezw. Poröswerden der Gussstücke.

Phosphor macht das Eisen dünnflüssig, aber auch nach dem Erkalten spröde. Er ist deshalb im Gusseisen allgemein bis höchstens 1 % zulässig, wird sogar (für Kunstguss bis 6 %) absichtlich hinzugefügt.

Schwefel mindert die Festigkeit und macht das Eisen dickflüssig; mehr als 0,6 % Schwefel machen das Eisen für Giessereizwecke unbrauchbar.

Chrom, Wolfram und Titan steigern die Härte des Eisens, auch die Schmelztemperatur, sind aber in den geringen Mengen, in welcher sie aufzutreten pflegen, ohne schädlichen Einfluss. Dasselbe gilt im allgemeinen von sonstigen, hier nicht ausdrücklich erwähnten Beimischungen.

B. Das **Schmiedeisen, Stabeisen** oder **weiche Eisen** zerfällt, nach seiner Herstellungsart, in zwei Arten: das Schweisseisen und das Flusseisen. Es ist so äusserst strengflüssig, dass es im gewöhnlichen Feuer gar nicht, sondern nur in kleinen Mengen bei den heftigsten durch Kunst erreichbaren Hitzegraden (im reinen Zustande bei 1600 bis 1800°) gegeschmolzen werden kann. Dagegen kann es in starker Rotglühhitze durch Schmieden in alle Gestalten gebracht werden und ist schweissbar.

Die Härte des Schmiedeisens ist bald mehr, bald weniger bedeutend, doch jederzeit geringer als jene des grauen Gusseisens; es lässt sich daher leicht feilen, mit Meissel und Drehstahl bearbeiten. Auch kann es kalt gebogen und gehämmert werden, wobei aber seine Härte beträchtlich zunimmt. Durch Glühen und Wiederabkühlen wird dann die ursprüngliche Weichheit zurückgeführt, wie dies auch bei anderen dehnbaren Metallen der Fall ist. Das Einheitsgewicht des Schmiedeisens ist = 7,352 bis 7,912, durchschnittlich 7,6, wird aber durch die Verdichtung beim Hämmern, Walzen und Drahtziehen nicht unbeträchtlich und zuweilen bis auf 8,100 erhöht.

Die Reissfestigkeit des Schmiedeisens ist sehr verschieden, aber im allgemeinen viel grösser als jene des Gusseisens; sie beträgt, für 1 *qmm* berechnet, bei geschmiedeten oder gewalzten Stäben durchschnittlich 40 *kg*, bei Blech in der Walzrichtung 36 *kg*, rechtwinklig dazu 33 *kg*, bei hartgezogenem Drahte 56 bis 134, bei ausgeglühtem Drahte 34 bis 58 *kg*.

Gutes Schmiedeisen zeigt in seinem ursprünglichen Zustande auf dem Bruche ein hakiges oder zackig-körniges Gefüge von grosser Gleichförmigkeit und ohne Einmengung sogenannter roher Teile, welche sich durch Streifen oder Flecken von glattem, sehr feinkörnigem oder fast dichtem Ansehen kundgeben. Fortgesetzte Streckung (wie sie beim Schmieden, Walzen und Drahtziehen stattfindet) verwandelt aber mehr oder weniger schnell das Gefüge in ein sehniges (fadiges), wobei das Eisen auf dem Bruche wie aus Faserbündeln zusammengesetzt erscheint. Mit dieser Verwandlung des Gefüges (welche indessen bei manchem Eisen niemals eintritt) ist eine beträchtliche Vermehrung der Reissfestigkeit verbunden. Öfters findet man den sehnigen Bruch mit dem hakigen gemengt. Zwischen Farbe und Glanz des Eisens besteht ein sehr merkwürdiger Zusammenhang, und diese Eigenschaften stehen in bestimmter Beziehung mit der Dehnbarkeit und Zähigkeit, wodurch das Ansehen des Bruches ein Kennzeichen für die Güte des Eisens wird. Bei gutem Eisen ist

eine helle Farbe mit geringem Glanze, und ein starker Glanz mit dunklerer grauer Farbe vergesellschaftet; daher Eisen, welches dunkel aschgrau und dabei matt, oder weiss und sehr stark glänzend aussieht, mit einiger Sicherheit für mürb oder spröde gehalten werden darf, selbst wenn es einen ausgezeichnet faserigen oder sehnigen Bruch darbietet.

Das Korn von gutem (festem und geschmeidigem) Eisen bietet eine zackige Beschaffenheit ohne bestimmte Gestalt der einzelnen Körnchen dar, ist bei dicken Stücken gröber als bei dünnen, aber niemals eckig, kantig oder schuppig. — Merkwürdig ist die Veränderung, welche das Gefüge des Schmiedeisens erfährt, wenn dieses lange Zeit hindurch besonders heftigen Erschütterungen unterworfen ist: Vollkommen fadiges (sehniges) Eisen wird durch Hämmern in kaltem oder schwach erhitztem Zustande (beim Aufhören des Rotglühens) kristallinisch-körnig, und bricht nun oft — wiewohl es vorher ausgezeichnet zäh war — durch leichte Schläge entzwei; Achsen gewöhnlicher Fuhrwerke, mehr noch der Lokomotiven und anderen Eisenbahnwagen, — aus sehr zähem, fadigen Eisen verfertigt — brechen nach langer Dienstleistung plötzlich, und zeigen dann immer kristallinisch-körnige Bruchflächen; die Kolbenstange eines Gebläses, welche zufolge mangelhafter Verbindung mit dem Kolben in der Nähe des letztern längere Zeit starken Stössen ausgesetzt war, brach unerwartet an dieser Stelle und zeigte hier körnig-kristallinisches, dagegen beim absichtlichen Durchbrechen an anderen Stellen das ursprüngliche fadige Gefüge; Ketten, zum Aufziehen der Erzkübel in Bergwerken angewendet, wobei die Glieder vielfältig in Erschütterung geraten, nehmen mit der Zeit eben jenes kristallinische Gefüge an und brechen dann durch dieselbe Belastung, welche sie bis dahin ohne Schaden immer getragen haben; an abgebrochenen Gewehrläufen beobachtete man sehr ausgezeichnetes kristallinisches Gefüge, ungeachtet das Eisen bei der Verfertigung derselben sehnig gewesen war (hier muss die Veränderung infolge der beim längeren Gebrauche durch das Schiessen eingetretenen kleinen aber gewaltsamen Erschütterungen entstanden sein). Die eisernen Reifen, womit ein Porzellanbrennofen 60 Jahre lang umschlossen war (während welcher Zeit etwa 3000 Brände darin stattgefunden hatten) zeigten sich beim Abnehmen kristallinisch-körnig und äusserst zerbrechlich, wahrscheinlich weil sie bei jedem Brande sich durch die Erwärmung etwas ausgedehnt, nachher wieder zusammengezogen und angespannt hatten. Schmiedeiserne Röhren, zur Herstellung der sogenannten amerikanischen Brunnen (Rammbrunnen) in die Erde gerammt, brechen oft plötzlich während des Einrammens ab und zeigen dann immer ein grob kristallinisches Gefüge. Wegen der mit Veränderung des Gefüges verbundenen Minderung der Haltbarkeit sind diese Erfahrungen beachtenswert. Hartes (über 0,5% Kohlenstoff haltendes) Eisen zeigt die in Rede stehende Veränderung nicht; auch soll sie zu vermeiden sein, wenn man das Roheisen vor dem Frischen mit 1% Nickel legiert, welches in das daraus gefertigte Schmiedeisen übergeht.

Wenn im Innern des Schmiedeisens Stellen vorkommen, an denen durch eingemengte Schlackenteile (schwarzes Eisenoxydul) der Zusammenhang des Metalls unterbrochen ist, so sagt man, es sei u n g a n z. Bei der Bearbeitung zeigen sich solche unganze Stellen (welche der Festigkeit wesentlich Abbruch thun) auf der blanken Eisenfläche als schwärzliche Linien oder Flecken; und man findet sie weit öfter, als den Arbeitern erwünscht ist, ja manches Eisen ist damit ganz durchzogen. S c h i e f e r nennt man solche Teile des Eisens, welche sich bei der Verarbeitung, infolge unganzer Stellen, von der Hauptmasse mehr oder weniger ablösen; A s c h e n l ö c h e r (Ä s c h e l) sind kleine unganze Stellen, welche nur beim Feinschleifen als graue Pünktchen oder Streifen zum Vorscheine kommen. Verschieden von allen diesen Fehlen sind die L a n g r i s s e (feine nach der Länge der Stäbe laufende Spaltungen), womit namentlich das

fadige Eisen öfters behaftet ist. Da das Schweisseisen bei seiner Darstellung und Verarbeitung nie in flüssigen Zustand versetzt, sondern immer nur geschmiedet (oder gewalzt) und geschweisst wird, so ist eine völlige Gleichförmigkeit seiner Masse unmöglich zu erreichen, worin nebst den unganzen Stellen auch die Erscheinung ihren Grund hat, dass so häufig verschiedene Stellen eines Eisenstücks auffallend verschiedene Grade von Härte zeigen.

Anders das Flusseisen. Vermöge des bei seiner Darstellung flüssigen Zustandes und entsprechender Behandlung ist dasselbe in hohem Grade gleichförmig; ihm fehlen auch die Schlackenbeimischungen, welche jene Schiefer, Langrisse und Aschenlöcher verursachen. Es ist jedoch nicht immer von unganzen Stellen frei, welche entstehen, indem die von dem Guss der Blöcke herrührenden Blasen durch folgendes Hämmern, Walzen oder Pressen zwar zugedrückt werden, aber die sich berührenden Wandflächen der Blasen sich nicht fest verbinden (I, S. 444).

Das Flusseisen unterscheidet sich, wegen seines gleichförmigen Gefüges, auch noch dadurch von dem Schweisseisen, dass es einen höheren Grad der Geschmeidigkeit besitzt, aber eine oberflächliche Verletzung leicht einen Bruch herbeiführt (I, S. 340), während die Schlackenschichten des Schweisseisens der Weiterbildung der Bruchfläche hinderlich sind.

Andere wichtige Fehler des Eisens sind der Rotbruch, Kaltbruch, Schwarzbruch und Faulbruch. Man nennt rotbrüchiges Eisen solches, welches im Rotglühen unter den Hammerschlägen aufreisst oder berstet, wogegen es sich bei der Schweisshitze gut schmieden lässt; die Ursache des Rotbruchs ist gewöhnlich eine geringe Verunreinigung mit Schwefel (oft nur 0,01 %), ein kleiner Kupfergehalt wirkt aber ebenso und verringert zugleich die Schweissbarkeit. Kaltbrüchiges Eisen ist in der Kälte spröde, lässt sich aber beim Glühen wie gutes Eisen schmieden, und entsteht durch eine kleine Beimischung von Phosphor (welche aber über 0,5 % beträgt, wenn sie merklich nachteilig wirkt) oder von Zink, Arsen, Antimon, Chrom. Schwarzbrüchig hat man solches Schmiedeisen genannt, welches in einer noch nicht zum Glühen reichenden erhöhten Temperatur brüchig, dagegen kalt wie rotglühend vollkommen geschmeidig ist. Diese noch wenig beachtete Erscheinung wurde an dem Bleche einiger explodierter Dampfkessel wahrgenommen, deren Eisen aus Roteisenstein bereitet war; die Ursache derselben ist anscheinend ein hoher Siliciumgehalt. Ein höherer Siliciumgehalt (0,4 % und mehr) Kalcium, reichlichere Schlackenbeimengungen machen das Eisen faulbrüchig oder haderig, d. h. mürb. Rohbrüchig heisst das Eisen, wenn es in der Hitze sowohl als in der Kälte leicht bricht, dabei aber nicht mürb, sondern gehörig hart ist; dieser Fehler entsteht durch Anwesenheit vieler roher Teile, welche sich in ihrer Beschaffenheit dem weissen oder weissgrauen Roheisen nähern.

Durch lange anhaltendes oder oft wiederholtes starkes Glühen wird jedes Schmiedeisen mürb; man nennt es dann überhitzt oder verbrannt, und kann ihm die frühere gute Beschaffenheit dadurch wieder geben, dass man es unter vollkommenem Ausschlusse der Luft (z. B. völlig

mit geschmolzener Schlacke bedeckt) zum Weissglühen bringt, und dann mässig überschmiedet.

Kaltbrüchiges Eisen giebt sich meist durch ein flaches, schuppiges Korn, hellweisse Farbe und starken Glanz auf den Bruchflächen zu erkennen; rotbrüchiges zeigt immer ein langfadiges Gefüge und gewöhnlich dunkelgraue Farbe mit schwachem Glanze. Das verbrannte Eisen bietet einen sehr grob- und flachkörnigen, ja kleinblättrigen, stark glänzenden Bruch dar; wie man z. B. sehr ausgezeichnet an Plätteisen-Bolzen sehen kann, welche nach längerem Gebrauche kalt zerschlagen werden.

Die Güte und Brauchbarkeit des Schmiedeisens bemisst sich wesentlich nach dessen Geschmeidigkeit und Festigkeit (abgesehen davon, dass für bestimmte einzelne Zwecke weichere Arten einen Vorzug vor den härteren haben, oder umgekehrt). Wenn eine Stange mit dem Meissel eingehauen und dann mit dem Hammer abgeschlagen wird, so giebt schon das Ansehen der frischen Bruchfläche wesentlichen Aufschluss über die Natur des Eisens (wovon oben das Nähere). Andere praktische Versuche zur Beurteilung der Güte giebt es vielerlei: 1) Herabwerfen der Stange aus grösseren Höhen, auf einen Steinblock, wobei kein Bruch erfolgen darf (Wurfprobe). — 2) Fallenlassen eines bestimmten Gewichts von bestimmter Höhe auf die hohlliegende Mitte des von zwei Unterlagen getragenen Eisenstücks (Fallprobe). — 3) Das Hin- und Herbiegen an derselben Stelle bis zum Eintreten des Bruches, unter Bemerkung der nötig gewesenen Anzahl von Biegungen (Biegprobe). — 4) Man erhitzt das Eisen, lässt es dann unter dem Hammer ausbreiten, biegen, winden, lochen, und sieht zu, ob es Brüche oder Kantenrisse bekommt (heisse Probe). — 5) Man feilt die Oberfläche blank, um zu sehen, ob sich Langrisse (S. 11), unganze Stellen, Schiefer, Aschenlöcher zeigen. — 6) Man steckt das blank gefeilte (nicht fettige und daher nötigenfalls vorläufig mit Kalk oder nasser Holzasche abgeriebene) Stück in Wasser, welchem so viel Scheidewasser oder Schwefelsäure zugemischt ist, dass es ungefähr wie starker Essig sauer schmeckt, oder streicht diese Flüssigkeit wiederholt auf das Eisen. Bei diesem Versuch wird sich stets eine mehr oder weniger fleckige oder streifige Beschaffenheit der geätzten Fläche zeigen, Risse und unganze Stellen werden offenbar: das Eisen ist desto gleichartiger in seiner Masse (also — sonstige Beobachtungen vorbehalten — desto besser), in je geringerem Masse jene Erscheinungen sich darbieten.

Statt der hier genannten Versuche, welche grösstenteils die Verarbeitungsfähigkeit des Eisens berücksichtigen, werden in neuerer Zeit vielfach nur Zerreissversuche (I, S. 109) oder auch Biegversuche in bestimmter Weise angestellt, um die Güte des Eisens zu erkennen. Wenn dieselben auch über manche sehr wichtige Eigenschaften des Eisens deutlichere und sicherere Auskunft geben, als die w. o. angeführten Versuche, so sind sie doch nicht im stande völlig über die Güte des Eisens aufzuklären. Es sind denn auch jene älteren Versuchsverfahren — neben den Zerreissversuchen — vielerorts wieder in Aufnahme gekommen.

Wenn das Eisen zum Glühen erhitzt ist, so verbindet es sich schnell mit dem Sauerstoffe der Luft und erzeugt eine grauschwarze, spröde Verbindung (Eisenoxydoxydul), welche die Oberfläche desto dicker überzieht, je länger das Glühen dauert und je freieren Zutritt die Luft hat. Beim Schmieden springt dieser Überzug (der Zunder, Glühspan, Eisensinter, Schmiedesinter, Hammerschlag, Eisenhammerschlag) in Schuppen ab. Dünne Eisenstückchen verwandeln sich durch längeres Glühen endlich ganz in diesen Stoff. Was bei der Bearbeitung des Eisens durch die Bildung des Glühspans am Gewichte verloren geht, wird Abbrand genannt. In der Weissglühhitze verbrennt das Eisen unter lebhaftem Funkensprühen, wie man beim Schweissen, oder wenn ein Büschelchen sehr feiner Eisendrähte in eine Lichtflamme gehalten

wird, beobachten kann. Das Erzeugnis dieser Verbrennung ist ebenfalls Glühspan.

C. Der **Stahl**, zwischen dem Roheisen und Schmiedeisen stehend, vereinigt die nützlichsten Eigenschaften beider in sich und wird eben dadurch ein so äusserst schätzbarer Stoff für die Gewerbe. Er ist schmelzbar bei einer Hitze, welche grösser als die Schmelzhitze des Roheisens, aber geringer als jene des Schmiedeisens ist. In gut gebauten Zugöfen kann selbst eine grössere Stahlmenge in einem Schmelztiegel zum Flusse gebracht werden, und daher ist der Stahl des Gusses fähig, sowie er andererseits schmied- und schweissbar ist, gleich dem weichen Eisen. Auch lässt sich Stahl mit Schmiedeisen zusammenschweissen. Doch muss das Schweissen des Stahls bei niedrigerer Glühhitze als dasjenige des Eisens stattfinden, und das Schweissen ist bei manchen Stahlarten ziemlichen Schwierigkeiten unterworfen, wenn nämlich die Schweisshitze dem Schmelzpunkte nahe liegt, weil dann der Stahl in der Schweisshitze schon anfängt unter dem Hammer zu bersten und abzubröckeln. Im natürlichen Zustande ist der Stahl härter als gutes Schmiedeisen, aber viel weicher als das weisse Gusseisen, daher mit Feile, Meissel und Drehstahl noch gut zu bearbeiten. Er erlangt jedoch eine ausserordentliche Härte (wobei er nicht mehr von der Feile angegriffen wird), wenn man ihn, glühend, rasch und stark abkühlt, z. B. durch Eintauchen in Wasser. Mit dieser Härte tritt zugleich eine ausserordentliche Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit ein. Löscht man den Stahl ab, wenn er stark erhitzt aber noch nicht glühend ist, so härtet er sich nicht, sondern wird sogar auffallend weicher. Man kann diese Erfahrung vorteilhaft benutzen, um geschmiedete Stahlsachen, zur Erleichterung des Feilens etc., sehr weich zu machen, indem man sie zum Dunkelrotglühen erhitzt, dann abkühlen lässt, bis auch im Finstern kein Glühen mehr daran zu sehen ist, und hierauf sogleich in Wasser taucht. Stahl, welcher auf die angezeigte Weise gehärtet ist, heisst glashart (entweder weil er Glas ritzt, oder weil er spröde ist wie Glas). Man erkennt diesen Zustand sogleich, wenn man mit einer Feile über den Stahl streicht, an dem kreischenden Tone und daran, dass die Feile nichts wegnimmt, eher selbst abgestumpft wird; ein anderes Erkennungsmittel des gehärteten Stahls ist der schnelle Eintritt des Bruches bei dem Versuch, ihn zu biegen. Durch stufenweises Erhitzen (Anlassen, Nachlassen) nimmt die Härte und die Sprödigkeit des glasharten Stahls wieder allmählich ab, und bis zum Glühen erhitzt, dann aber langsam erkaltet, wird derselbe wieder so weich als er vor der Härtung war. Man hat es dadurch in seiner Gewalt, den aus Stahl verfertigten Gegenständen jeden beliebigen Grad von Härte, welcher zwischen der natürlichen Weichheit und der Glashärte liegt, zu geben. Das Einheitsgewicht des Stahls liegt zwischen 7,4 und 8,1, kann aber durchschnittlich zu 7,7 angenommen werden. Durch das Härten wird das Einheitsgewicht ein wenig verringert, ein Beweis, dass der gehärtete Stahl einen etwas grössern Raum einnimmt, als ihm vor dem Härten eigen war, was auch durch genaue Messung unmittelbar nachgewiesen werden kann. An

Reissfestigkeit und an Elasticität übertrifft der Stahl bedeutend das Schmiedeisen; die Festigkeit beträgt, für einen Querschnitt von 1 *qmm* Grösse, bei geschmiedeten und gewalzten Stahlstäben 22 bis 150 *kg*, bei dicken Gussstahlblechen 38 bis 110 *kg*, bei Stahldraht, hart gezogen, 82 bis 115, ausgeglüht 58 bis 60 *kg*. Gehärtet besitzt der Stahl eine geringere Festigkeit. Der Bruch des Stahls ist stets körnig, aber dichter, gleichartiger als der des Schmiedeisens, so dass man keine kestimmte Gestalt eines einzelnen Korns zu unterscheiden vermag; er wird zwar durch Bearbeitung (Hämmern, Walzen, Drahtziehen) sehr verfeinert, geht aber niemals in das Sehnige über. Zu oftmaliges und zu starkes Glühen macht das Korn grob und den Stahl mürb (überhitzter Stahl, welcher oft uneigentlich verbrannter Stahl genannt wird). Gehärtet hat der nämliche Stahl ein feineres Korn, als ungehärtet; nur wenn er beim Härten überhitzt worden ist, wird das Korn gröber. Unganze und auch ungleich harte Stellen finden sich im nichtgeschmolzenen Schweissstahle wie im Schweisseisen, doch im allgemeinen minder häufig; dagegen wird der Stahl durch das Schmelzen in seiner ganzen Masse vollkommen gleichartig.

Durch das Härten vermindert sich das Einheitsgewicht in dem Verhältnisse wie 1000 : 997 bis 960, woraus eine Vergrösserung des Raumes um 0,3 bis 4,16 % folgt. Die meisten Beobachtungen ergaben zwischen 993 und 983 Verminderung des Einheitsgewichts oder zwischen 0,7 und 1,7 % Ausdehnung; die Durchschnittszahl ist 1,5 %. Bei einem Stahlkörper, dessen Vergrösserung in allen Richtungen nach gleichem Verhältnisse erfolgte, wäre hiernach eine Zunahme jeder Abmessung um $^1/_2$ % oder $^1/_{200}$ abzuleiten. Es scheint aber, dass in den Richtungen der grösseren Abmessungen die Ausdehnung in geringerem Verhältnisse stattfindet, also z. B. bei einem flachen Stabe in der Dicke verhältnismässig bedeutender als in der Breite, in der Breite verhältnismässig bedeutender als in der Länge ist. Dies liesse sich dadurch erklären, dass in der Richtung der kleineren Abmessungen die Abkühlung plötzlicher stattfindet, ihre Wirkung mithin auch bemerklicher werden muss. Demgemäss ist auch wahrscheinlich, dass grosse Stücke geringere Ausdehnung zeigen werden, als kleine. Im Gussstahl ist die Raumsvermehrung grösser als in anderen Stahlarten, und durchschnittlich auf 3 % anzuschlagen.

Ein stählerner Ring kann, der Erfahrung zufolge, durch das Härten enger oder weiter werden: ersteres scheint der Fall zu sein, wenn seine Breite sehr bedeutend ist im Verhältnis zum inneren oder lichten Durchmesser; letzteres wenn der Ring schmal und von verhältnismässig grossem Durchmesser ist. Nach zuverlässigen Beobachtungen findet beim wiederholten Härten eines schon vorher gehärteten Stahlstücks eine abermalige Ausdehnung statt. So macht man die Prägringe der Münzmaschinen, wenn sie durch den Gebrauch sich ausgeschliffen haben und für die Prägstempel zu weit geworden sind, dadurch enger und wieder passend, dass man sie von neuem härtet; ja dieses Verfahren kann einigemal an demselben Ringe mit stets erneuertem Erfolge vorgenommen werden.

Über die Härtung des Stahls sind noch einige Bemerkungen nötig. Der Stahl dehnt sich, gleich allen Körpern, durch die Hitze aus, und zieht sich beim gemächlichen Erkalten wieder um ebensoviel zusammen. Wird aber durch Ablöschen in Wasser oder auf andere Weise die Abkühlung sehr rasch bewirkt, so mangelt den kleinsten Teilchen die Zeit, sich völlig in ihre alte Lage zu begeben, und sie bleiben daher in einer ihnen unnatürlichen, gespannten Anordnung. Hierdurch erklärt sich die

Sprödigkeit des gehärteten Stahls (welche der Sprödigkeit der bekannten Glastropfen, Glaswürmer und Bologneserflaschen hinsichtlich des Ursprungs zu vergleichen ist (vergl. I, S. 214), und dessen geringeres Einheitsgewicht. Mit dem Hart- und Weisswerden des schnell abgekühlten grauen Gusseisens (S. 9) ist das Härten des Stahls verwandt; doch unterscheiden sich beide Vorgänge merkwürdigerweise dadurch voneinander, dass bei dem einen ein Zusammenziehen, bei dem andern ein Ausdehnen stattfindet. Je grössere Hitze der Stahl im Augenblicke des Ablöschens besass, je kälter und ein je besserer Wärmeleiter das Ablöschungsmittel ist, desto grösser wird im allgemeinen — unter übrigens gleichen Umständen — die Härte. Doch muss der Stahl wenigstens kirschrot glühen, um überhaupt einen erheblichen Grad von Härte zu erlangen. Braunrote Glühhitze erzeugt eine sehr geringe, und oft gar keine Härte; aber auch in der Weissglühhitze wird die Härte nicht so gross als beim hellroten Glühen. Unter völlig gleicher Behandlung beim Erhitzen sowie beim Ablöschen nehmen verschiedene Stahlarten verschiedenen Grad von Härte an, und zur besten Härtung erfordert jede Stahlart einen eigenartigen Grad der Glühhitze, worüber der Arbeiter durch Erfahrung belehrt wird; Gussstahl härtet sich mit der schwächsten Hitze. Das gewöhnliche Mittel zur Abkühlung ist Wasser (Härtewasser); und man härtet damit entweder durch Eintauchen oder durch Aufgiessen. Manche Gegenstände, die keiner sehr grossen Härte bedürfen, härtet man in Talg oder Oel. Sehr kleine Gegenstände erlangen schon einen ziemlichen Härtegrad, wenn man sie glühend macht und dann mit dem Munde darauf bläst, oder sie in der Luft rasch hin und her schwenkt (vergl. I, S. 218).

Das Erhitzen zum Härten geschieht der Regel nach in einem Kohlenfeuer (stets von Holzkohlen, da Steinkohlen durch ihren Schwefelgehalt und die entstehende Schlacke nachteilig sind). Für alle grösseren Gegenstände bedient man sich der Schmiedeesse (I, S. 184) mit Gebläse, für kleinere Sachen reicht ein Feuer ohne Gebläse, das man mittels eines Fächers anfacht, aus; jedenfalls muss das Stahlstück überall von Kohlen umgeben sein und nicht unmittelbar vom Winde getroffen werden. Der gleichförmigen Erhitzung wegen ist es gut, kleine Gegenstände an einem Drahte aufzuhängen und dann mit Kohlen so zu umbauen, dass sie nirgend von denselben berührt werden. Die allerkleinsten Stücke können leicht in einer Kerzen- oder Lampenflamme — entweder durch Hineinhalten oder durch Daraufblasen der Flamme mittels des Lötrohrs — genugsam glühend gemacht werden; am reinlichsten ist die Weingeistlampe. Zur Erlangung einer recht gleichmässigen Hitze kann man sich des Verfahrens bedienen, dass man die Stücke in ein Bad von gewissen zum feurigen Fluss gebrachten Salzen (kalcinierte Soda, Kochsalz, Chlorzink u. s. w.)[1]) oder von glühendem geschmolzenem Blei legt.

Das Bleibad (vergl. I, S. 200) wird mit Erfolg zum Erhitzen der zu härtenden Werkzeuge (Bohrer, Gewindebohrer, Meissel, Fräser u. s. w.) benutzt; es gewährt den hohen Vorteil allen anderen Erhitzungsverfahren gegenüber, dass die Gegenstände viel gleichförmiger erwärmt werden als bei letzteren möglich ist. Man hat beobachtet, dass — bei geschicktem Abkühlen — die in glühendem Blei erhitzten Gegenstände selten sich ziehen oder reissen. Das Bleibad einer grösseren Maschinenfabrik hat z. B. folgende Einrichtung. Ein schmied-

---

[1]) D. p. J. 1862, **166**, 126.

eiserner, etwa 30 *cm* weiter, 70 *cm* tiefer Kessel ist so eingemauert, dass der etwa 400 *qcm* grosse Feuerrost 20 bis 25 *cm* unter seinem Boden liegt. Die Rauchgase werden, nachdem sie den Boden des Kessels bespült haben, um die Mantelfläche und sodann in den Schornstein geführt. Über dem Kessel ist ein zierlicher, zum Aufhängen der zu erhitzenden Gegenstände dienender Krahn angebracht. Um die Verbleiung der (blanken) Gegenstände zu verhüten, überzieht man diese vor dem Eintauchen mit einer schützenden Schicht, welche z. B. aus einem Gemisch von Thon und Graphit und Urin bestehen kann.

Als Härtewasser ist jedes schmutzfreie Wasser gleich gut brauchbar, es muss nur kalt sein (wenigstens nicht fühlbar warm); in dieser Beziehung ist es vorteilhaft, in Gefässen, worin viel nacheinander gehärtet wird, einen steten Zu- und Abfluss einzurichten. Zweckmässiger scheint noch zu sein, das mit dem Härtewasser gefüllte Gefäss von kaltem Wasser umspülen zu lassen, weil die Temperatur des Härtewassers hierdurch gleichmässiger zu erhalten ist, auch jedes etwa verunreinigte Wasser zum Kühlen des Härtewassers benutzt werden kann. Zum Härten durch Aufgiessen (Strahlhärtung) dient ein in der Höhe angebrachter Wasserbehälter mit herabgehender Röhre, welche nach Öffnung ihres Hahns den Wasserstrahl (dicker oder dünner nach Beschaffenheit des angebrachten Mundstücks) auf den dicht darunter gehaltenen Stahl stürzen lässt.[1]) Den hierdurch entstehenden Vorteil, dass in jedem Augenblicke frische kalte Wassermassen mit dem Stahle in Berührung treten, sucht man beim Härten durch Eintauchen einigermassen mittels des Kunstgriffs zu erreichen, dass man den Stahl nicht ruhig im Wasser lässt, sondern sogleich nach dem Eintauchen ihn kreisend herumbewegt, bis das Geräusch aufgehört hat. — Dem Härtewasser werden oft verschiedene Stoffe zugesetzt, in der Meinung, dadurch eine grössere Härte zu erzielen. Insofern dergleichen Beimischungen (wie Salmiak, oder Pottasche, oder Schwefelsäure — von letzterer 1 *kg* auf 30 bis 40 *kg* Wasser) die Wärmeleitungsfähigkeit erhöhen, können sie von einigem Nutzen sein; mehr aber noch dadurch, dass sie das Faulwerden des lange Zeit nicht erneuerten Wassers verhindern. Im übrigen sind alle Künsteleien mit dem Härtewasser nur von eingebildetem Vorteil. Wasser mit 10% Gummi oder Dextrin erzeugt äusserst wenig, 36% Weingeist gar keine Härte. Fett härtet etwas weniger als Wasser; heisses Öl (von 187° C.) macht nur Stahlstücke von höchst geringer Dicke (weniger als 2 *mm*) noch hart. Zuweilen bedeckt man das Härtewasser mit einer Schicht Talg oder Öl, so dass die erste Abkühlung hierin, die schliessliche Erkältung im Wasser stattfindet. Die in der Licht- oder Lampenflamme glühend gemachten kleinen Gegenstände werden sehr oft gleich im Talg der Kerze oder im Öl der Lampe abgelöscht. Schneidwerkzeuge, spitze Hämmer u. dgl. sollen auf folgende Weise eine vorzügliche Härte erlangen: Man vermengt 1 Teil Blutlaugensalz und 1 Teil Weinsteinsalz (weinsteinsaures Kali) gepulvert mit 2 Teilen weicher grüner Seife und mischt 2 Teile flüssig gemachtes Schweinschmalz dazu, wodurch ein Teig entsteht. Die zu härtende Spitze oder Schneide wird hellrotglühend gemacht, einen Augenblick in diesen Teig gesteckt und sofort in Wasser abgekühlt. Noch grössere Härte nimmt der Stahl an, wenn man Quecksilber als Härteflüssigkeit verwendet. — Um durch Überhitzen grobkörnig und mürb gewordenen (verbrannten) Stahl wieder herzustellen, reicht es nach zuverlässigen Erfahrungen hin, denselben drei oder viermal vorsichtig rotglühend zu machen und jedesmal in kochendem Wasser abzukühlen. Es sind aber zu gleichem Zwecke noch folgende Mittel angegeben und bewährt gefunden worden: a) 4 Teile gelbes Harz werden fein gepulvert in 2 Teile erhitzten Fischthran eingetragen, und nach dem Schmelzen 1 Teil flüssig gemachten Talgs hinzugefügt. Das Stahlstück (Meissel oder andere Werkzeuge z. B.) lässt man braunwarm werden und dann in vorstehender Mischung abkühlen; es wird hierauf zum zweitenmale glühend gemacht und im Wasser wie gewöhnlich gehärtet. — b) Man schmelze 3 Gewichtsteile reines Kolophonium in einem Tiegel und setze nach dem Flüssigwerden unter langsamem Umrühren 2 Ge-

[1]) Vergl. auch Z. d. V. d. I. 1882, S. 95 m. Abb.

wichtsteile gutes gekochtes Leinöl zu; Anwendungsweise wie vorstehend. — c) 64 Teile doppelt-chromsaures Kali, 32 bis 64 Teile Salpeter, 1 Teil Aloe (!), 1 Teil arab. Gummi, 2 bis 24 Teile Kolophonium, sämtlich gepulvert und gemengt. Der Stahl wird schwach rotglühend gemacht, mit der Mischung bestreut, nochmals zum Rotglühen erhitzt und in Wasser abgelöscht. Es wird gerühmt, dass dieses Mittel auch sehr gut zum Härten gesunder (vorher nicht verbrannter) Stahlgegenstände tauge, welche sonst — wie Prägstempel u. dgl. — wegen ihrer Dicke leicht Härterisse anzunehmen pflegen. —

Bei manchen Werkzeugen (z. B. Gewindebohrern und Backen zum Schraubenschneiden) ist es von Vorteil, die Härtung auf eine dünne Oberflächenschicht zu beschränken, weil dann die inneren weich bleibenden Teile zur Stütze dienen und das Ausbrechen der Ecken oder Kanten verhindern. Zu diesem Behufe hat man erprobt, einen Teig aus 10 Teilen Ochsenklauen, 10 Teilen Chinarinde (wohl ebensogut Eichenlohe?), 5 Teilen Kochsalz, 5 Teilen Blutlaugensalz, 3 Teilen Salpeter (sämtlich gepulvert) und 20 Teilen grüner Seife zu bereiten, das rotwarm gemachte Stahlstück damit zu bestreichen, es abermals zum Rotglühen zu erhitzen und nun im Wasser abzulöschen. Die zweite Erhitzung darf nicht so stark sein wie die zum gewöhnlichen Härten erforderliche, sonst härtet sich auch das Innere. Das Anlassen nach dem Härten unterbleibt hier.

Beabsichtigt man ein Stahlstück teilweise zu härten, so wird nur der betreffende Teil geglüht und in das Wasser getaucht; man umkleidet auch wohl das übrige dicht mit Lehm, damit es bei dem Eintauchen nicht mit dem Wasser in Berührung kommt. Dünne Stücke oder dünne Teile eines Stücks härten sich stärker als dicke, weil jene schneller von der Abkühlung durchdrungen werden. Da dickere Stücke länger die Hitze halten, so ist es auch gewöhnlich am zweckmässigsten, die dünnen Teile eines Stückes zuerst einzutauchen, damit sie nicht Zeit haben, vorher abzukühlen; doch müssen zuweilen Ausnahmen hiervon gemacht werden. — Sehr dicke Stahlstücke härten sich vorzugsweise äusserlich; wenig oder gar nicht im Innern, wohin die Abkühlung durch das Härtewasser nicht schnell genug eindringt. Ein deutliches Beispiel hiervon geben ganz stählerne Schlagstöcke (kleine Ambosse), welche durch längeren Gebrauch auf ihrer Arbeitsfläche (Bahn) vertieft werden. Diesem lässt sich vorbeugen, indem man, gleichlaufend mit der Bahn, quer durch den dicken Körper ein etwas grosses Loch bohrt, weil dann beim Härten auch hier das Wasser eindringen und die Abkühlung des Innern beschleunigen kann.

Die ungleich grosse Zusammenziehung in verschiedenen Teilen eines der Härtung unterworfenen Gegenstandes (welche in ungleicher Dicke, in ungleichförmiger Beschaffenheit des Stahls, in ungleicher Erhitzung, in einer unzweckmässigen Art des Eintauchens ihren Grund haben kann) verursacht sehr oft eine Krümmung oder andere unwillkommene Gestaltsveränderung (das Werfen, Ziehen, Verziehen), oder gar Sprünge (das Reissen, Borsten, Härtborsten, Härterisse), welche letztere zuweilen selbst mit der gänzlichen Absonderung, dem Losspringen einzelner Stücke verbunden sind. Solche Ablösungen erfolgen nicht immer im Augenblicke des Härtens, sondern zuweilen erst mehrere Stunden nachher, und oft mit solcher Gewalt, dass das Wegfliegen der Stücke gefährlich wird.

Bei Stücken von beträchtlicher Dicke ist das Rissigwerden eine leicht begreifliche Folge davon, dass das Innere zunächst noch heiss bleibt und also sich nicht zusammengezogen hat, während die äussere Schicht bereits sich verkleinert, demnach zur zusammenhängenden Umkleidung des Kerns nicht mehr hinreicht, jedenfalls aber in eine Spannung gerät, welche leicht die Kraft des Zusammenhangs überwindet. — Die Erfahrung und Übung des Arbeiters kann viel zur Verminderung oder Verhinderung des Werfens und Reissens beitragen. So z. B. darf man flache und dünne Gegenstände nicht mit der Fläche, sondern

muss sie mit einer Kante in das Wasser tauchen; lange und dünne (aber nicht flache) Stücke hält man beim Eintauchen lotrecht. Gegenstände, an welchen ganz dünne Teile neben sehr dicken liegen (wie z. B. die Schneide und der Rücken eines Rasiermessers, einer Säbelklinge) senkt man mit der dicksten Stelle (dem Rücken) voraus ein. Wollte man solche Stücke mit der Schneide zuerst in das Wasser tauchen, so würde diese — weil der dicke und noch heisse Rücken ihrer plötzlichen Zusammenziehung nicht folgen kann — Quersprünge bekommen, während bei dem umgekehrten Verfahren der Zusammenziehung des Rückens durch den schwachen Widerstand der dünnen Schneide kein Hindernis in den Weg gelegt wird. Öfters hat die grössere oder geringere Nähe des eingetauchten Stückes an der Gefässwand einen bemerklichen Einfluss, indem dadurch zu beiden Seiten sich ungleich grosse (folglich mit ungleichem Abkühlungsvermögen begabte) Wassermassen befinden. Das Werfen dünner flacher Gegenstände (Sägenblätter u. dgl.) ist auf keine Art zu vermeiden. Zur Vermeidung des Reissens soll es dienlich sein, das Stahlstück vor dem Härten (kalt) fleissig zu überhämmern oder durch Druck zu verdichten (z. B. Walzen, indem man sie paarweise in einem Gestelle gelagert rasch um ihre Achse dreht, und oftmals harte Stahlschienen zwischen denselben durchgehen lässt). — Wenn ein einseitig mit Stahl belegtes eisernes Werkzeug (ein Stechbeitel, Hobeleisen u. s. w.) beim Härten sich krumm zieht, so entsteht die hohle Seite der Krümmung auf der Eisenseite, weil dieses sich mehr zusammenzieht, als die Stahlschicht. Ein so geworfenes Stück lässt sich verbessern, weil man, um es gerade zu richten, nur auf der Eisenseite vorsichtig zu hämmern braucht, damit auch diese Seite noch etwas ausgedehnt wird. Dieses Richten wird jedoch erst nach dem auf das Härten folgenden Anlassen (S. 14) vorgenommen. Wäre das Stück im Härten auf der Stahlseite hohl geworden — was sich zuweilen doch ereignet — so ist es nicht zu verbessern, weil man hierzu auf der Stahlseite hämmern müsste, wo wegen der Härte des Stahls das Hämmern wirkungslos oder gar gefährlich ist. — In gewissen Fällen, wo nach der Natur des Stücks (z. B. bei Drechsler-Röhren, starken Tischler-Hohleisen, auch wohl bei halbrunden Feilen) das Krummziehen nach einer bestimmten Richtung sicher vorauszusehen ist, lässt man im Schmieden wissentlich das Stück in entgegengesetzter Richtung ein wenig krumm; dann zieht es sich durch das Härten gerade, weil die entstehende Krümmung die schon vorhandene aufhebt.

Ein wichtiger Umstand ist die Entstehung von Glühspan beim Härten, welche manche Gegenstände ganz verderben würde, wenn man ihr nicht nach Möglichkeit vorbeugte. Am meisten schadet natürlich der Glühspan, wenn die Oberfläche mit feinen Hervorragungen oder Vertiefungen bedeckt ist, welche unversehrt bleiben sollen; z. B. bei Feilen, durch eingegrabene Linien verzierten Gegenständen u. s. w.

In solchen Fällen wendet man eins der folgenden Verfahren an: 1) Man überzieht vor dem Glühen den Stahl mit einem Brei aus Roggenmehl und Kochsalzauflösung, welchen man durch Wärme darauf trocknen lässt. 2) Man wälzt das glühend gemachte Stück vor dem Ablöschen behende in einem Haufen gestossenen trockenen Kochsalzes um, von welchem sich eine schützende Kruste anhängt. 3) Man überzieht die Stücke vor dem Glühen mit weicher Seife. 4) Man härtet durch Einsetzen (I, S. 201), d. h. bringt die Stücke in einer mit Lehm verstrichenen eisenblechernen Büchse unter Kohlenpulver (oder einem fein gepulverten Gemenge von 10 Teilen ausgeglühter Holzkohle, 5 Teilen Leder- oder Knochenkohle, 1 Teil Glanzruss) zum Glühen und löscht sie wie gewöhnlich ab. In betreff der Nr. 2 muss man sich erinnern, dass nicht nur Luftzutritt, sondern auch Berührung mit Wasser das glühende Eisen oxydiert.

Das **Anlassen** oder **Nachlassen**, auch **Ablassen** genannt, benimmt, wie schon (S. 14) gesagt, den gehärteten Gegenständen desto mehr von ihrer Härte und Sprödigkeit, je weiter die Erhitzung fortschreitet. Es ist darum nötig, einen Massstab für den Grad der Erhitzung zu haben, und dieser findet sich glücklicherweise in den sogenannten **Anlauffarben**. Erhitzt man ein blankes Stahlstück allmählich, so läuft es nach und nach mit verschiedenen glänzenden Farben an, welche ihren Grund in einer schwachen, fortschreitenden Oxydation der Oberfläche haben. Diese Farben dringen nicht in das Innere, und lassen sich daher leicht wieder abschleifen. Sie stehen ferner in keiner unmittelbaren Beziehung mit der Härte des Stahls; denn auch weicher Stahl, ja Schmiedeisen und Gusseisen (jedoch letztere beide weniger schön) laufen auf gleiche Weise an. Die Farben sind eine Folge und ein Kennzeichen der steigenden Hitze, und sogar dieses nicht mit grösster Genauigkeit, denn verschiedene Stahlarten erlangen eine gleiche Farbe bei etwas verschiedenem Hitzegrade, so dass der Arbeiter erst seinen Stahl in dieser Beziehung kennen lernen muss, um ihm mit Sicherheit den beabsichtigten Härtegrad zu erteilen. Die erste Farbe, welche erscheint, ist die **blassgelbe** oder **hafergelbe** und **strohgelbe**, und darauf folgen, mit allmählichen Übergängen, **Goldgelb**, **Dunkelgelb**, **Morgenrot**, **Purpurrot**, **Veilchenblau**, **Dunkelblau**, **Hellblau**, **Meergrün**, zuletzt **Schwarzblau**. Sodann wird der Stahl wieder weiss oder hellgrau; einen Augenblick später kommen die Hauptfarben in der nämlichen Ordnung zum zweitenmale, jedoch nur auf sehr kurze Zeit; und endlich gerät der Stahl ins Glühen und wird ganz weich. Es ist ausschliesslich die **erste** Reihe der Anlauffarben, welche beim Nachlassen des gehärteten Stahls benutzt wird. Die gelbe Farbe in ihren verschiedenen Abstufungen wird meist denjenigen Werkzeugen gegeben, welche zur Bearbeitung der Metalle dienen, ferner den wundärztlichen Messern u. s. w. Die purpurrote, veilchenblaue oder dunkelblaue Farbe bezeichnet einen Härtegrad, bei welchem der Stahl sich schon einigermassen gut feilen lässt und eine ausgezeichnete Biegsamkeit und Elasticität besitzt (**Federhärte**); diese Farben eignen sich daher für Uhrfedern, Holzsägen u. dgl. —

Wenn der Stahl durch Erhitzen eine gewisse Farbe angenommen hat, so bleibt er dabei nicht stehen, auch wenn man ihn sogleich vom Feuer entfernt; denn die in dem Stücke enthaltene Wärme verursacht noch das Erscheinen der nächstfolgenden Farben (der Stahl **läuft nach**). Man muss daher den Stahl ungesäumt in Wasser abkühlen, sobald die erlangte Farbe erschienen ist; oder ihn ein wenig früher aus der Hitze nehmen, als jene Farbe sich zeigt. Nach dem oben Gesagten erhellt, dass im allgemeinen z. B. gelb angelassener Stahl härter ist, als blau angelassener; dass aber eine Stahlart bei der goldgelben Farbe ebenso hart sein kann als eine andere bei der strohgelben, eine Art bei der dunkelblauen Farbe ebenso hart als eine zweite bei der veilchenblauen Farbe u. s. f. Ungleichmässige Erhitzung oder eine ungleiche innere Beschaffenheit des Stahls ruft auch die Farben an verschiedenen Stellen eines Gegenstandes ungleich schnell hervor und bewirkt ein fleckiges Ansehen. Es ist nicht ganz leicht, eine grössere Oberfläche mit einer einzigen Farbe recht gleichmässig anlaufen zu lassen. Dies gelingt nur bei dem besten Stahle und bei sehr gleichmässiger Erhitzung, wie sie fast nie über Kohlenfeuer, viel eher durch Hinziehen

des Gegenstandes über ein stark erhitztes oder glühendes Eisenstück, am besten mittels eines geschmolzenen Metalles, auf welches man den Stahl legt, auf glühendem Kohlengestübbe oder in heller Flamme zu erreichen ist. Nachstehende kleine Tafel enthält die Angabe der vorzüglichsten Anlauffarben und der dazu tauglichen Metallmischungen:

Farbe.	Metallmischung.
Strohgelb	2 Teile Blei, 1 Teil Zinn.
Dunkelgelb	9 " " 4 " "
Purpurrot	3 " " 1 " "
Veilchenblau	9 " " 2 " "
Dunkelblau	Blei ohne Zusatz.

Nachdem man die Metallmischung in eine eiserne Pfanne gegossen hat, welche von unten erwärmt werden kann, legt man die Stahlwaren auf das erkaltete Metall und erhitzt dasselbe, bis es auf der Oberfläche zu schmelzen anfängt, worauf man die Stücke wegnimmt und — um das schon erwähnte Nachlaufen zu verhindern — in Wasser ablöscht.

Man hat empfohlen, die vorstehenden oder ähnliche Metallmischungen in kleinen Stückchen auf den Stahl zu legen, wenn er über Kohlenfeuer nachgelassen wird, um aus dem Schmelzen derselben den Eintritt der erforderlichen Temperatur zu erkennen; allein dieses Mittel ist unsicher und aus mancherlei von selbst verständlichen Gründen für die allgemeine Anwendung wenig geeignet.

Will man viele kleine Eisen- oder Stahlstückchen (wie Schrauben, Stifte u. dgl.) miteinander gleichmässig anlassen, so legt man sie entweder auf eins der erwähnten Metallbäder oder auch nur auf ein von unten zu erhitzendes Eisenblech; oder in eine eisenblecherne Trommel, deren Rauminhalt davon zu $^1/_3$ bis $^1/_2$ gefüllt wird, und welche man dann über Feuer (wie die bekannten drehbaren Kaffeebrenner) so lange als nötig um die Achse dreht. — Um Stahldraht in grossen Längen federhart zu machen, kann man das Anlassen mit dem Härten verbinden und sich einer Vorrichtung bedienen, in welcher der Drahtring auf einen Haspel gelegt ist, von welchem man den Draht in wagerechter Richtung nach einem zweiten Haspel führt, um ihn durch dessen Umdrehung aufzuwickeln. Auf diesem Wege geht der Drahtfaden zwischen zwei in einem Ofen liegenden und glühend erhaltenen Gusseisenplatten von z. B. 1,2 bis 1,5 *m* Länge, hierauf zwischen zwei ähnlichen, aber mittels Wasser gekühlten Platten hindurch. Die Platten jedes Paares berühren sich, enthalten aber passende Furchen zur Aufnahme des Drahtes. Ein drittes Plattenpaar ist mässig erhitzt und dient zum Nachlassen. Statt des mittleren Paares mag man auch einen Wasser- oder Ölbehälter anbringen, um darin die Abkühlung zu bewirken. Eine ähnliche Einrichtung ist zum Härten und Anlassen der Uhrfedern, Krinolinfedern, langen Bandsägenblätter u. s. w. angegeben.[1])

Gegenstände, welche ungefähr eine Härte erhalten sollen, wie sie der dunkelveilchenblauen Anlauffarbe entspricht, können durch das Abbrennen angelassen werden, indem man sie mit Talg beschmiert oder in Öl eintaucht (oder nach dem Härten in Öl oder Talg nur das Abwischen unterlässt) und so lange über Kohlen erhitzt, bis jenes zu brennen anfängt. — Dünne Gegenstände (z. B. Sägenblätter) nehmen gelinde Federhärte an, wenn man sie rotglühend in geschmolzenes Blei taucht, wodurch gleichsam Härten und Nachlassen in einer Arbeit ausgeführt werden; etwas grössere (der gelben Anlauffarbe entsprechende) Härte ist zu erlangen, wenn man Zinn statt des Bleies anwendet.

Wird ein hartes Stahlstück nur teilweise erhitzt, so wird es natürlich auch nur an den erhitzten Stellen weich. An vielen Werkzeugen müssen einzelne Teile nachgelassen, auch wohl ganz weich gemacht werden, z. B. an Feilen die Angel, an Punzen, Meisseln u. dgl. das Ende, auf welches mit dem Hammer geschlagen wird (wenn nicht dieses Ende von Eisen und der Stahl nur vorge-

[1]) D. p. J. 1860, **158**, 36; 1870, **196**, 19; 1880, **238**, 290 m. Abb.; 1881, **240**, 402.

schweisst ist), an Sägenblättern die Enden, welche zur Befestigung durchlöchert werden. Bei kurzen und dünnen Stücken wird beim Erhitzen des einen Endes leicht auch das andere so heiss, dass es sich erweicht; man steckt deshalb den Teil, der hart bleiben soll, in einen kalten und feuchten Körper, z. B. in eine saftige Rübe (so bei kleinen Metallbohrern u. s. w.).

Bei Äxten, Beilen und dergleichen grösseren Stücken, an welchen der aus Stahl bestehende und zu härtende Teil der Masse nur gering ist, kann das Nachlassen als besondere Arbeit erspart werden, indem man sie nur soweit als der Stahl reicht in das Wasser taucht; nach dem Herausziehen bewirkt die Hitze des uneingetauchten Teils (der aus Eisen besteht) das Nachlassen, worauf man im rechten Zeitpunkte das Ganze im Wasser untertaucht und so der Erweichung ein Ziel setzt. In ähnlicher Art kann man auch ganz stählerne Werkzeuge in einer Hitze härten und anlassen.

Dünne Gegenstände aus Stahl können, wenn sie beim Härten krumm geworden sind, nach dem Anlassen — besonders solange sie heiss sind — durch vorsichtiges Richten mit dem Hammer gerade gemacht werden, und man ist sehr oft genötigt, sich dieses Mittels zu bedienen. Die Möglichkeit davon beruht ganz allein auf der durch Anlassen eintretenden Verminderung der Sprödigkeit (S. 14), welche selbst bei nur gelb angelaufenem Stahle schon sehr merklich ist. (Vergl. S. 17.) Ohne Anwendung des Hammers erreicht man bei zarten Stücken den Zweck dadurch, dass man sie durch Hin- und Herziehen der gewölbten Seite auf einem heissen Eisenstücke erwärmt und dann eben diese Seite schnell mittels eines nassen Läppchens kühlt. Das Richten kann mit dem Anlassen selbst verbunden werden, wenn man die Gegenstände scharf anspannt oder zwischen Platten einpresst, während das Erhitzen stattfindet.

Andere Sonderheiten des Härtens finden sich in den unten verzeichneten [1]) Quellen beschrieben.

D. Gewinnung der verschiedenen Eisenarten. [2])

Das Eisen findet sich in der Natur in sehr vielen Erzen; aber zur Gewinnung des Metalles können ausschliesslich nur diejenigen Eisenerze gebraucht werden, welche das Eisen in Verbindung mit Sauerstoff enthalten.

Die verschiedenen in denselben enthaltenen fremden Beimischungen haben wesentlichen Einfluss auf die Beschaffenheit und Güte des gewonnenen Eisens.

Die Ausschmelzung der Erze liefert regelmässig das Eisen in Verbindung mit Kohlenstoff, als Roh- oder Gusseisen. Aus letzterem wird

---

[1]) Härten der Stahlfedern: D. p. J. 1871, **202**, 501 m. Abb.
„ des Kratzendrahtes: D. p. J. 1881, **242**, 452.
„ der Hohlkörper: D. p. J. 1880, **235**, 183 m. Abb.; 1881, **241**, 404, **242**, 452; Z. d. V. d. I. 1882, S. 95 m. Abb.
Härten der Feilen und anderen Werkzeuge: D. p. J. 1881, **242**, 452; D. R. P. No. 36 496; Z. d. V. d. I. 1886, S. 964 m. Abb.
Härten der Drahtgewebe: D. p. J. 1882, **249**, 233.
„ der Münzstempel: D. p. J. 1885, **258**, 529.
Herstellung harter Arbeitsflächen: D. p. J. 1884, **252**, 388, **253**, 132 m. Abb.

[2]) J. Percy, Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde, bearbeitet von H. Wedding, Braunschweig 1865 bis 1888.
Ledebur, Eisenhüttenkunde, Leipzig 1884.
Bolley-Stölzel, Metallurgie, Braunschweig 1863 bis 1886, S. 278.

das Schmiedeisen dargestellt. Der Stahl wird teils aus Roheisen, teils aus Schmiedeisen bereitet.

Ausnahmsweise wird jedoch der Stahl, bezw. das Schmiedeisen unmittelbar aus den Erzen gewonnen.

a. Darstellung des Roheisens im Hochofen. Die bergmännisch gewonnenen Eisenerze werden auf sehr einfache Weise aufbereitet, nämlich durch Handscheidung und Klaubarbeit von den tauben (nicht metallhaltigen) Gesteinstücken oder der Gangart getrennt, und in kleinere Stücke zerschlagen. Harte, steinartige Erze werden hierauf in freien Haufen, oder zwischen Mauern (in sogenannten Röststadeln), oder in Öfen geröstet, d. h. der Hitze ausgesetzt, teils um die Stücke mürbe zu machen, teils um flüchtige Stoffe (Wasser, Kohlensäure, Schwefel) auszutreiben. Nach dem Rösten werden die Erze abermals mit Handhämmern zerschlagen, oder statt dessen gepocht, auch wohl in Backenquetschen (I, 353) oder zwischen gusseisernen Walzen (Quetschwerk) zerdrückt, und dabei die nicht gehörig gerösteten Stücke ausgelesen, die man zu einer neuen Röstung beiseite legt. Jedenfalls wird die Zerkleinerung nur bis zum bröckeligen Zustande getrieben, weil pulverige Erzmassen den Hochofen zu dicht anfüllen und darin entweder zu Klumpen zusammenbacken oder zwischen den Kohlen durchrutschen würden.

Nach dieser Vorbereitung, welche oft noch einfacher als hier beschrieben durchgeführt wird, seltener weitergehender ist, übergiebt man die Erze dem Hochofen. In demselben soll ihnen der Sauerstoff entzogen, das Eisen in den metallischen Zustand zurückgeführt werden. Das geschieht auf Grund des Umstandes, dass die Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Kohlenstoff bei einer Temperatur von 450° und mehr grösser ist als diejenige zum Eisen, so dass, wenn das Erz mit Kohle gemischt und das Gemenge entsprechend erwärmt wird, ersteres seinen Sauerstoff an die Kohle abgiebt und dadurch das metallische Eisen frei wird. Dieses Eisen soll nun geschmolzen werden, zu welchem Zwecke ihm Kohlenstoff zugeführt wird, welcher (S. 4 u. 7) seine Schmelztemperatur erheblich herabdrückt. Diese Kohlung des Eisens erfolgt aber ohne weiteres, wenn man das letztere bei 900° und mehr mit Kohle in Berührung bringt. Zur Hervorbringung der Schmelztemperatur ist ebenfalls Kohle erforderlich, welcher der zum Verbrennen dienende Sauerstoff durch eingeblasene Luft geboten wird. Es ist daher das aufbereitete Erz mit Kohle zu mischen, dann bis zu der Temperatur, welche Abgabe des Sauerstoffs bedingt, zu erwärmen, dann weiter zu erwärmen, bis die Kohlung in entsprechendem Grade sich vollzogen hat, endlich über die Schmelztemperatur hinaus zu erwärmen. Das kann in stetiger Folge geschehen und wird auch demgemäss durchgeführt, indem im unteren Teil eines senkrechten Schachtes durch Verbrennung der Kohle die erforderliche höchste Temperatur erzeugt wird, die emporsteigenden Verbrennungserzeugnisse aber die gesamte Beschickung durchstreichen, dort ihre Wärme abgebend, so dass, am oberen Ende des Schachts angekommen, sie mit mässiger Temperatur entweichen. Unterwegs wird ihnen nicht allein auf physikalischem Wege Wärme entzogen, sondern auch auf

chemischen Wege, indem die früher gebildete Kohlensäure in Kohlenoxydgas zurückgeführt wird. Daneben bewirken mancherlei andere chemische Vorgänge, deren genauere Erörterung den Rahmen dieses Buches überschreiten würde, teils Wärmezufuhr, teils Wärmebindung.

Diese sonstigen chemischen Vorgänge sind teilweise zur Abscheidung der verunreinigenden Beimischungen der Erze, teils zur Erzielung der verlangten Roheisenart erforderlich. Man lenkt sie durch Mengung verschiedener Erze und Hinzufügung der Zuschläge, die das Verschlacken der Verunreinigungen, bezw. die Schmelzbarkeit der gebildeten Schlacke zu fördern haben. Die Mischung der Erze nennt man wohl die Gattung oder Gattierung, die Mischung der Erze mit den Zuschlägen die Möllerung oder Beschickung. Wegen ihrer Reinheit ist die Holzkohle für den vorliegenden Vorgang am geeignetsten; in Rücksicht auf ihren hohen Preis wird statt ihrer meistens Steinkohlenkoke, selten Steinkohle verwendet.

Der Hochofen besteht aus einem 8 *m* bis 25 *m* ja bis 30 *m* hohem Schacht, dessen innerer Raum meistens — im wesentlichen — die Gestalt zweier, mit den Grundflächen aneinander gefügten, abgestutzten Kegel hat. Der untere dieser kegelförmigen Räume ist bedeutend niedriger als der obere. Die oberste Öffnung des letztern heisst die Gicht. Von der Gicht abwärts erweitert sich der Schacht. Die Gegend, wo die Grundflächen der zwei Kegel aneinander stossen, und folglich der Kernschacht den grössten Durchmesser hat, wird Kohlensack genannt. Die Innenfläche der Ofenwand, von dem Kohlensacke abwärts (also der untere von jenen beiden hohlen Kegeln), heisst die Rast. Von dem untern Ende der Rast an zieht sich der Raum noch mehr zusammen, und bildet hier das Gestell, dessen unterster Teil (der Eisenkasten) das geschmolzene Eisen aufnimmt und häufig mit einem, zum Teil ausserhalb des Schachtes befindlichen Raume (dem Vorherde) zusammenhängt, so dass auch in dem letztern das Eisen sich verbreitet. Vorn oder aussen wird der Vorherd durch den Wallstein begrenzt, in welchem ein Spalt (der Stich, das Stichloch) angebracht wird. Fehlt der Vorherd (ist die Brust geschlossen), so befindet sich das Abstichloch unmittelbar in der Vorderwand des Eisenkastens.

Während des Schmelzens ist das Stichloch verstopft, und nur um das Eisen abzulassen, wird dasselbe aufgestossen. In den Raum des Gestelles über dem Eisenkasten führen zwei oder mehrere Öffnungen, durch welche von Cylindergebläsen der Wind in den Ofen geführt wird (die Formen oder Düsen). Der Teil des Gestells über den Formen, bis zum untern Anfange der Rast, heisst das Obergestell; der Teil unter den Formen (bis zur Sohle oder zum Boden des Eisenkastens) das Untergestell. Der Schmelzraum ist die Gegend in der Höhe der Formen, wo die grösste Hitze herrscht und die Ausschmelzung des Eisens beendigt wird. Das Gestell wird aus feuerfesten behauenen Sandsteinen, Gneis, Talkschiefer u. s. w. aufgesetzt (Steingestell) oder aus feuerfestem mit Quarzsand vermengtem Thone gestampft (Massegestell). Der Kernschacht, das den Hohlraum unmittelbar Einschliessende, wird ebenfalls aus feuerfesten Steinen, der obere Teil desselben (in welchem die Hitze geringer ist) aus Ziegeln gebildet. Die äusserste Umfassung des Ofens ist das Rauhgemäuer (der Mantel), welches von Bruchsteinen oder Ziegeln aufgeführt wird und mittels durchgehender starker Eisenstangen Befestigung erhält. In demselben sind Gewölbe angebracht, welche bis an den Kernschacht zu den Formen (Formgewölbe) und zum Vorherde führen (Arbeitsgewölbe) oder, neuerdings allgemein das obere Kerngemäuer auf einen, von Säulen getragenen eisernen Ring gesetzt und durch einen Blechmantel oder Reifen gestützt, so dass der untere Teil des Kerngemäuers frei bleibt. Der neu aufgeführte, oder nach längerer Gebrauchszeit im Gestelle ausgebesserte (zugestellte) Hohofen wird langsam und vorsichtig angewärmt, indem man in das Gestell Feuer

macht, den Kernschacht durch die Gicht mit Kohlen füllt, und das Gebläse in Gang setzt. Fernerhin wird schichtenweise (in sogenannten Gichten) abwechselnd die Kohle und die Beschickung in dem Masse durch die Gichtöffnung aufgegeben, als der Inhalt im Ofen niedersinkt, so dass letzterer stets bis zur Gicht gefüllt bleibt. Das Erz erhitzt sich beim allmählichen Niedergehen durch den Ofen, und wird bei seinem Vorrücken gegen den Schmelzraum reduziert, d. h. der Sauerstoff des Eisenoxydes verbindet sich mit der Kohle und entweicht als Kohlenoxydgas, während das Eisen, mit Kohlenstoff verbunden, als geschmolzenes Roheisen hinabtropft, und sich in dem Eisenkasten und Vorherde sammelt. Zu gleicher Zeit schmelzen die Erden der Gangart mit den Zuschlägen, und bilden die Schlacke, eine glasartige Masse, welche über den Wallstein von selbst abfliesst oder durch ein Stichloch abgezogen wird. Wenn sich eine hinlängliche Menge Eisen gesammelt hat, wird es durch Öffnen des Stichloches abgestochen, oder zur Giesserei aus dem Vorherd mit eisernen Kellen ausgeschöpft. Das Abstechen (Abstich) kann in 24 Stunden 1, 2 oder 3mal stattfinden. Der Betrieb eines Ofens dauert ununterbrochen durch mehrere Jahre (15 Monate bis zu 5 oder 8, in einzelnen Fällen selbst 20 Jahr, bei Holzkohlenbeschickung im allgemeinen kürzer als bei Anwendung der Koke), bis eine Ausbesserung nötig wird. Wenn eine solche Betriebszeit zu Ende ist, wird der Ofen ausgeblasen, indem man zuletzt bloss Kohle (ohne Erz) aufgiebt, bis alles Erz durchgegangen ist, und damit den Ofen erkalten lässt. Die Beschaffenheit des erzeugten Eisens und der Schlacke, woran man den Gang des Ofens erkennt, hängt, für einen und denselben Ofen, ab von der Beschaffenheit des Erzes, von der Art und Menge der Zuschläge (Kalkstein, Flussspat, Quarz, Thon, Mergel u. s. w.) dem Verhältnisse zwischen der Menge der Kohlen und des Erzes, der Stärke des Windes. Hiernach ist der im Ofen erzeugte Hitzgrad, sowie die Art und Menge fremder Beimischungen, welche das Eisen aufnimmt, verschieden; und es ist die nicht leichte Aufgabe des Hüttenmannes, diese Umstände so viel als möglich in seiner Gewalt zu haben. Man sagt, der Ofen sei in gutem oder garem Gange (Gargang), wenn die Rückführung des Erzes in Metall vollständig ist und ein (weisses oder graues) Eisen mit gehörigem Kohlenstoffgehalte entsteht, und unterscheidet im besondern nach dem höhern oder geringern Hitzgrade den heissen, hitzigen Gang, welcher graues Eisen liefert, und den kalten Gang, wobei weisses Eisen sich erzeugt. Dagegen entsteht beim Rohgange (rohen, scharfen oder übersetzten Gange, welcher gewöhnlich in einem Übermasse der Erzbeschickung gegen die Kohlen begründet ist) unter unvollständiger Ausscheidung des Sauerstoffs ein an Kohlenstoff armes weisses Eisen und eine stark eisenhaltige Schlacke.

Die Hohofenschlacken werden zu mancherlei Zwecken[1]) benutzt, namentlich zur Bereitung einer Töpferglasur und des grünen Flaschenglases; in eiserne Formen zur Gestalt grosser Mauerziegel gegossen, hat man sie statt dieser letzteren angewendet (Schlackensteine); gepocht dienen sie als Bausand zum Besanden der Wege u. s. w. In dem hierzu erforderlichen körnigen Zustande erhält man sie ohne mechanische Arbeit, wenn man die flüssige Schlacke unmittelbar aus dem Hohofen, zusammen mit einem Wasserstrome, durch eine Rinne in einen Sammelbehälter laufen lässt, wobei die plötzliche Abkühlung das Zerspringen in kleine Teile veranlasst. Langsames Erkalten bei hohem Druck erhöht zuweilen die Festigkeit der Schlacken in solchem Masse, dass ihre Anwendung zum Strassenbau zulässig wird. Zerteilt man die noch flüssige Schlacke mittels eines kräftigen Luftstromes, so erhärtet sie als feinfasrige Masse (Schlackenwolle), deren Anwendung zur Umhüllung von Dampfleitungsröhren mit Erfolg geschehen ist.

Von grosser Wichtigkeit ist die Erfahrung, dass eine bedeutende Ersparung an Kohlen und eine Vermehrung der Eisenerzeugung entsteht, wenn die Gebläseluft vor ihrem Eintritte in den Ofen (auf 130 bis 600° C.) erhitzt

[1]) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1868, S. 31; D. p. J. 1867, **186**, 333.

wird. Diese Erhitzung wird in weiten eisernen oder gemauerten Röhren bewirkt, durch welche die Luft streicht, und welche man entweder über der Gichtflamme des Hohofens selbst, oder in besonders dazu angebrachten Öfen mittels Steinkohlenklein u. s. w. heizt. Auch findet die Lufterwärmung in gemauerten Öfen statt, durch deren Kanäle abwechselnd die heissen Rauchgase und die zu erwärmende Luft strömt.

Das bei heissem Winde gewonnene, heiss erblasene Eisen enthält unter übrigens gleichen Umständen mehr Kohlenstoff und mehr Silicium als das von kalter Windführung gewonnene; auch ist in der Regel das erstere weniger fest (mürber), daher minder geschätzt. — Sofern das Roheisen nicht aus dem Hohofen vergossen, sondern zum Umschmelzen für die Giesserei oder zum Frischen (zur Verarbeitung auf Stahl oder Schmiedeisen) bestimmt wird, lässt man es beim Abstechen in Formen von Sand und Kohlenstaub laufen, worin es die Gestalt muldenförmiger Blöcke (Flossen) oder dicker Stäbe (Barren, Gänze) annimmt; oder man bildet daraus Platten (Blatteln), indem man das in einer Grube gesammelte Eisen mit Wasser begiesst, die erstarrte Kruste abhebt (Blattelheben), und dies bis zur Aufarbeitung der Masse wiederholt. Zuweilen lässt man das Metall in eine grosse flache Vertiefung auf dem mit Sand bedeckten Boden des Hüttenraums fliessen, worauf es durch aufgegossenes Wasser abgeschreckt und mittels grosser Hämmer oder einer aus der Höhe herabfallenden schweren eisernen Kugel in Stücke zerschlagen wird. Das in den Hohofen-Schlacken körnerförmig eingeschlossene Eisen wird, wenn dessen Menge die Arbeit lohnt, durch Pochen und Schlämmen (Waschen) gewonnen: Wascheisen. — Zur Erzeugung von 100 *kg* Roheisen sind 70 bis 300 *kg* Holzkohlen, oder 85 bis 500 *kg* Koke, oder 150 bis 450 *kg* Steinkohle (diese stets mit heissem Winde) erforderlich. In den besten und grössten Hohöfen mit sehr stark erhitztem Wind verbraucht man nicht über 112 *kg* Koke. Der Brennstoffaufwand ist für graues Roheisen etwas grösser als für weisses, im allgemeinen desto grösser, je schwerschmelzender und eisenreicher die Erze sind, auch in niedrigen Öfen grösser als in hohen. Dagegen zeigt sich, bei sorgfältigem Betriebe, eine merkwürdige Übereinstimmung des Verhältnisses zwischen dem Gewichte des verbrauchten Brennstoffs und dem Gewichte der Beschickung, Möllerung (d. h. Erz und Zuschläge zusammengenommen), indem auf 100 *kg* Beschickung sehr regelmässig 36 bis 39 *kg* Holzkohlen oder 38 bis 43 *kg* Koke erforderlich sind. — Ein Hohofen liefert, je nach Grösse und Betriebsweise, täglich 50 bis 210 *t* [1]) Roheisen.

Die in den Hohöfen aus dem Brennstoff entwickelten Gase sind zu grossem Teile brennbar und bilden, indem sie aus der Gicht abziehend in heissem Zustande mit der freien Luft in Berührung kommen, die sehr bedeutende Gichtflamme. Es ist schon erwähnt, wie man zum Teil diese Flamme zur Erhitzung der Gebläseluft benutzt; eine weit ausgedehntere und wichtigere Anwendung der Hohofengase (Gichtgase) hat man aber dadurch erreicht, dass man sie unentzündet unterhalb der (alsdann verschlossenen) Gicht seitwärts (durch gemauerte Kanäle oder weite eiserne Röhren) aus dem Ofenschachte ableitet [2]) und zur Erhitzung des Gebläsewindes für die Hohöfen selbst oder zu Heizungen für andere Zwecke des Hüttenwesens (Dampfkessel, Umschmelzherde, Frischfeuer, Glühöfen etc.) gebraucht.

Die Hochofengase sind bei verschiedenen Öfen, und auch in verschiedener Höhe unter der Gicht bei demselben Ofen, von verschiedener Zusammensetzung, enthalten in 100 Raumteilen des trockenen (d. h. bei der Analyse von Wasserdampf befreiten) Gemenges an brennbaren Gasarten zusammen 16 bis 49 Raumteile. —

Hier muss der Vorschlag erwähnt werden, die Reduktion der Eisenerze ohne Schmelzung oder Sinterung in einem Schachtofen, und das dann als be-

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 998 m. Abb.

[2]) Zeitschr. d. Ing. 1858, S. 14, 286; 1861, S. 303; 1862, S. 459; 1863, S. 433; 1886, S. 343 m. Abb.

sondere Arbeit folgende Schmelzen zu Roheisen entweder im Hochofen oder in einem Flammofen mit Gasheizung zu bewirken[1]).

b. Darstellung des Schmiedeisens aus dem Roheisen. (Frischen, Tempern.) — Zum Frischen im Ofen, d. h. zur Umwandlung in Schmiedeisen, eignet sich vorzugsweise das weisse Roheisen, weil es vor dem Schmelzen sich erweicht und einen gleichsam teigartigen Zustand annimmt, der für das Verfahren beim Frischen sehr wichtig und günstig ist, beim grauen Roheisen aber nicht in dem Masse eintritt. Unter den Abänderungen des weissen Roheisens sind wieder jene mit geringerem Kohlenstoffgehalte, welche schon gewissermassen eine Annäherung zum Stahle zeigen, am tauglichsten. Graues Roheisen wird deshalb gewöhnlich (wenn man es überhaupt im Ofen verfrischt) einer Vorbereitung unterworfen.

Das Frischen selbst beruht auf der Verbrennung des im Roheisen enthaltenen Kohlenstoffes und der gleichzeitigen Ausscheidung der dem Roheisen anhaftenden Verunreinigungen.

Es dienen diesen Zwecken zwei Mittel, nämlich die Luft, welche auf oder in das vorher geschmolzene Eisen geleitet wird, und die Schlacke, welche teils durch ihren Sauerstoffgehalt in gleichem Sinne wirkt wie die Luft, teils die Beimengungen des Roheisens (Silicium, Schwefel, Phosphor, Mangan u. s. w.) in sich aufnimmt.

α. Das Frischen auf dem Herde ist so gut wie gar nicht mehr im Gebrauch; es mag deshalb seine Erwähnung genügen.[2])

β. Das Frischen im Flammofen ist an die Stelle jenes älteren Verfahrens getreten. Es wurde 1787 von Cort erfunden und zeichnet sich der Herdfrischerei gegenüber einerseits dadurch aus, dass die Wände des Ofens die bedienenden Arbeiter einigermassen vor der Belästigung seitens der strahlenden Wärme schützen und grosse Wärmeverluste verhüten, andererseits dadurch, dass der Vorgang in dem geschlossenen Ofen besser geleitet werden kann als auf dem offenem Herde, so dass die Ausbeute an Eisen grösser wird. Das bis zum zähflüssigen Zustande geschmolzene Eisen wird auf der Sohle oder dem Herd des Ofens in der Schlacke hin und her gewendet, wonach der Ofen den Namen Puddelofen (nach dem engl. paddle: plätschern, plantschen) erhalten hat, auch das ganze Verfahren wohl Puddeln genannt wird.

Der Herd des Puddelofens wird aus feuerfesten Ziegeln oder einer gusseisernen Platte gebildet, und mit Sand oder Eisenhammerschlag oder gepochter Frischschlacke 100 bis 150 *mm* hoch bedeckt. 150 bis 250 *kg* Roheisen werden eingesetzt, durch die darüber streichende Flamme der in dem Feuerherde brennenden Steinkohlen geschmolzen, und nun so lange — während bei ganz oder fast ganz eingestelltem Feuerzuge nur ein mässiger Strom warmer Luft darüber zieht — mit eisernen Spiessen durchgearbeitet und gewendet, bis das Eisen steif wird und sich in lauter kleine Brocken und Körner zerteilt, worauf

---

[1]) A. Gurlt, Die Roheisenerzeugung mit Gas, oder die Verhüttung der Eisenerze mit direkter Benutzung der Brennmaterials. Freiberg 1857.

[2]) Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde. Stuttgart 1858. Bd. I, S. 89. Karmarsch & Heeren, Techn. Wörterbuch. 3. Aufl. Prag 1878. Bd. 3, S. 19 m. Abb.

man unter wieder verstärkter Hitze durch Kneten und Rollen es in mehrere rundliche Klumpen von etwa 30 *kg* formt, und diese zum Herauspressen der Schlacken unter den grossen Hammer oder eine Quetschmaschine bringt. — Überflüssige Schlacke wird durch ein besonderes Abstichloch abgezogen. Die Wärme der abziehenden Rauchgase wird in der Regel zum Heizen der Dampfkessel verwendet. Zu Verrichtung des für die Arbeiter sehr anstrengenden Rührens hat man mechanische Puddler, Puddelmaschinen[1]) in Anwendung gebracht.

Auch hat man den Ofen mit Erfolg als um eine wagerechte Achse kreisenden Hohlkörper, oder dessen Herd als eine um eine geneigte Achse sich drehende Schale ausgebildet,[2]) so dass durch die verschiedene Lage des Inhaltes das Hin- und Herwenden des Eisens selbstthätig erfolgt.

In $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Stunden ist die Behandlung eines Einsatzes oder einer Beschickung beendigt; man kann daher in 24 Stunden den Ofen 8 bis 13mal beschicken und 1500 bis 2000 *kg* Roheisen verfrischen. Aus 1000 *kg* weissen Roheisens erfolgen, mit Anwendung von 1400 bis 1500 *kg* Steinkohle, etwa 850 bis 900 *kg* Luppen; graues Roheisen ohne Vorbereitung gepuddelt giebt aus 1000 *kg* höchstens 800 bis 830 *kg* Luppen. Aus 1000 *kg* Luppen gewinnt man bei der weiteren Bearbeitung durchschnittlich 840 *kg* Stabeisen. Dem nicht besonders vorbereiteten kohlenstoffreichen grauen Roheisen setzt man im Puddelofen zur Beförderung der Gare Hammerschlag und Frischschlacke von einem vorausgegangenen Puddeln zu (Schlackenfrischen). — Vorteilhaft soll sein, einen Strom (gewöhnlichen oder überhitzten) Wasserdampfes auf oder durch das im Puddelofen geschmolzene Roheisen zu leiten[3]), wobei Wasserzersetzung eintritt und sowohl der Sauerstoff oxydierend als der Wasserstoff durch Bildung von Kohlenwasserstoffgas wirkt. Auch ist die Zuführung geblasener Luft zu dem geschmolzenen Eisen mittels hohler Gezähe in Anwendung gekommen.[4]) — Die Feuerung der Puddelöfen wird vorteilhaft mit Hohofengas oder dem durch unvollkommene Verbrennung von Braunkohlenklein oder Torf erzeugten entzündlichen Gasgemenge (I, S. 173), statt durch die gewöhnliche Steinkohlenflamme betrieben, indem man jene Gase mit einem zugeleiteten Strome stark erhitzter Luft in dem Puddelofen verbrennen lässt (Gaspuddeln, Gasfrischen)[5]). — Von Roheisen aus mit Holzkohle betriebenen Hohöfen gewinnt man entschieden besseres (zäheres) Schmiedeisen, als von Koke-Roheisen; der Wohlfeilheit wegen ist aber letzterer Weg der jetzt überwiegend gebräuchliche. Besonders geschmeidiges und zähes Schmiedeisen soll durch das Puddeln erzielt werden, wenn man vorläufig das Roheisen mit Stahl zusammenschmilzt.

Trotz sorgfältigsten Ausquetschens des im Puddelofen gewonnenen Schmiedeisens erlangt dasselbe nicht ohne weiteres die Eigenschaften, welche man von ihm verlangt. Einerseits vermag der Arbeiter den Vorgang des Frischens nicht so zu leiten, dass alle Eisenteile des im Ofen gebildeten Ballens, der sogenannten Luppe, in genau gleichem Grade gefrischt sind, andererseits bedarf das Eisen auch einer eingehenden mechanischen Bearbeitung, um ein feines Gefüge zu erhalten. Die betreffenden Verfeinerungsarbeiten bestehen im Ausstrecken (I, S. 453), insbesondere Auswalzen der Luppen zu langen Stäben, Zerbrechen dieser

---

[1]) D. p. J. 1863, **168**, 375 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1864, S. 459 m. Abb.; 1867, S. 107 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1872, S. 297 m. Abb.; 1873, S. 504, 510.
D. p. J. 1872, **203**, 277 m. Abb.; 1876, **220**, 189, 528 m. Abb.; 1881, **239**, 129 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1855, **136**, 349.

[4]) Deutsche Industriezeit. 1868, S. 94.

[5]) D. p. J. 1851, **120**, 345 m. Abb.

Stäbe, Zusammenfügen derselben in Bündel, Garben, Erwärmen bis zur Schweisshitze, abermaliges Ausschmieden und Auswalzen u. s. f.

Durch dieses Gärben des Eisens, welches offenbar nach einer Richtung auf ein Mischen hinausläuft (I, S. 541), ist durch mehrfache Wiederholung ein hoher Grad der Gleichförmigkeit zu erreichen. Daneben werden die Eisenteile, welche gewissermassen von der Schlacke eingehüllt sind, immer mehr in die Länge gestreckt und geben dem Eisen ein fadiges Gefüge. Letzteres tritt jedoch nur bei dem kohlenstoffarmen Eisen in voller Reinheit hervor, indem bei höherem Kohlenstoffgehalt die Fäden abreissen[1]), wodurch ein feinkörniges Gefüge entsteht.

Die in gutem auf obigem Wege gewonnenen Schmiedeisen in ungemein dünnen Schichten verbreitete Schlacke kennzeichnet das Schweisseisen als solches: sein Gefüge rührt von dem wiederholten Gärben und Schweissen der Garben her. Ist hierbei fehlerhaft verfahren, die Schlacke nicht genügend entfernt, so zeigen sich in dem Eisen die (S. 11) genannten Mängel, die zuweilen zu einem Zerspalten der Eisenstücke führen, sobald sie entsprechend in Anspruch genommen werden.

γ. Das Frischen im Gefäss. 1855 nahm der Schwede Heinrich Bessemer in England ein Patent auf ein Verfahren zum Frischen des Roheisens, welches darin besteht, dass man Luft durch das flüssige Eisen blässt.[2]) Das Verfahren wird vielfach nach seinem Erfinder das Bessemern und das durch dasselbe gewonnene schmiedbare Eisen: Bessemereisen bezw. Bessermerstahl genannt. Da seine Eigenschaften sich mit denjenigen solchen Eisens, welches auf anderem Wege, jedoch unter Schmelzung gewonnen wird, decken, so sind die allgemein zutreffenderen Namen Flusseisen bezw. Flussstahl gebräuchlich geworden.

Anfänglich bediente Bessemer sich eines feststehenden, mit feuerfestem Thon ausgefütterten Eisenblechgefässes, in welches die Luft von der Seite „nach unten stechend“ so eingeblasen wurde, dass sie, wenigstens zum Teil, auf den Boden traf und hierbei, sowie bei dem nachfolgenden Emporsteigen lebhafte Spülung des flüssigen Eisens hervorbrachte, wodurch die Eisenteile, bezw. die zu verbrennenden Beimischungen des Eisens vielfache Gelegenheit fanden, mit dem Sauerstoff der Luft zusammen zu treffen. Neuerdings hat man diese ursprüngliche Anordnung des Frischgefässes wieder aufgenommen (bei der Kleinbessemerei)[3]); sie mag für kleinere Verhältnisse manche Vorteile haben gegenüber der im übrigen allgemein eingeführten um eine wagerechte Achse drehbaren Birne, deren Boden die Öffnungen für den Eintritt der Luft besitzt.

Die neueren Birnen des Grossbetriebes vermögen bis zu 12 *t* Roheisen auf einmal aufzunehmen. Sie bestehen aus einem schmiedeisernen Mantel, welcher einerseits mit feuerfestem Mauerwerk ausgefüttert, andererseits in einen kräftigen Ring gehängt ist, der mit seinen zwei Schildzapfen in entsprechend kräftig gebauten Lagern sich um eine wagerechte Achse drehen lässt. Unter dem Boden befindet sich ein Windkasten, welchem die Gebläseluft durch die Höhlung eines der Schildzapfen zugeführt wird; sie tritt von hieraus durch zahlreiche Löcher des Bodens in das flüssig eingebrachte Eisen, um gemein-

---

[1]) Wedding, In Stahl und Eisen, 1885, S. 489 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1861, **161**, 46 m. Abb., 127 m. Abb.; 1863, **168**, 436 m. Abb.; **169**, 31 m. Abb.; 1865, **175**, 295, 176, 294, 479; 1868, **190**, 32 m. Abb.

[3]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 59 m. Abb., S. 630 m. Abb.

sam mit den Verbrennungserzeugnissen durch die Mündung der Birne, welche als Bruchfläche des Birnenstiels aufgefasst werden kann, zu entweichen.

Behufs Inbetriebnahme der Birne wird dieselbe durch ein in derselben angemachtes Kokefeuer gut angewärmt, alsdann um ihre Zapfen so gedreht, dass die Verbrennungsrückstände herausfallen, hierauf halb aufgerichtet mit dem flüssigen Roheisen — welches einem Hochofen oder einem Schachtschmelzofen (I, S. 174) entstammt — in entsprechendem Grade gefüllt. Nunmehr beginnt die Birne sich ganz aufzurichten, während gleichzeitig das Gebläse in Betrieb gesetzt wird, um das Eindringen des Eisens in die Luftzufuhrwege zu hindern. Die Luft durchdringt das Eisen unter brausendem Geräusch und aus der Mündung der Birne entströmen die mit Funken gemischten Gase. Der erste Zeitabschnitt (2 bis 6 Min.) verläuft verhältnismässig ruhig; es findet das Feinen statt; man nennt ihn auch wohl die Schlackenbildungszeit. Mit dem Auftreten einer sichtbaren Flamme an der Mündung der Birne beginnt die Rohfrisch- oder Kochzeit (etwa 15 Minuten). Das aus dem Eisen entweichende Kohlenoxyd veranlasst ein lebhafteres Wallen der Masse, der Funken- und Schlackenauswurf wird lebhafter, die Flamme allmählich lichter und länger, das Getöse stärker. Das Rohfrischen geht in das Garfrischen über, die Flamme wird bläulichweiss und viel kürzer. Nach 4 bis 6 Minuten wird die Birne in die etwa wagerechte Lage gekippt, wobei der Mündung eine prachtvolle Feuergarbe entsteigt und — nachdem der Windzufluss abgesperrt ist — dem völlig entkohlten Birneninhalt die erforderliche Menge manganhaltigen Roheisens zugesetzt, um einerseits den verlangten Kohlenstoffgehalt für das Erzeugnis zu erhalten, andererseits — durch das Mangan — die Entschlackung zu fördern. Unter Wiederanstellung des Gebläses wird die Birne sodann völlig aufgerichtet und endlich — nach einigen Sekunden — so niedergekippt, dass zunächst die Schlacke ab-, dann das flüssige Eisen in das vorgehaltene Gefäss fliesst. Letzteres überführt das Eisen zu den Gussformen. Der ganze Vorgang verläuft in 20 bis 35 Minuten, so dass man in einer Birne ohne Schwierigkeiten täglich gegen 200 *t* und mehr zu frischen im stande ist.

Der Wärmeverlust ist natürlich ein grosser. Nicht allein entweicht viel Wärme durch die Wände der Birne, sondern vor allen Dingen verbraucht die durch das Eisen geleitete Luft (etwa 400 *kg* für 1000 *kg* Eisen) eine grosse Wärmemenge, endlich aber erfordert das kohlenstoffarme Eisen, um völlig flüssig zu sein, eine wesentlich höhere Temperatur, als das kohlenstoffreiche Eisen. Die durch alle diese Umstände notwendig werdende Wärmequelle liegt in den zu verbrennenden Stoffen, und zwar hier in erster Linie in dem Silicium, weshalb das besprochene Frischen im Gefäss wesentlich für siliciumreiches Roheisen verwendbar ist.

Phosphor darf das zu bearbeitende Eisen nicht enthalten, weil derselbe mittels des Bessemerverfahrens nicht zu beseitigen ist. Im Puddelofen wird der Phosphor an die Schlacke abgegeben, bei der hohen, in der Bessemerbirne herrschenden Temperatur ist jedoch unmöglich den Phosphor an die Schlacke zu binden.

Es sind nun verschiedene Verfahren erdacht[1]) vor dem Bessemern den Phosphor zu beseitigen, oder ihn so umzugestalten, dass das Entphosphorn gelingt. Dem Engländer Sidney Gilchrist Thomas war es vorbehalten, gestützt auf die Beobachtungen und Vorschläge anderer, das sogenannte basische Verfahren[2]) so lebensfähig zu machen, dass es alle seine Mitbewerber weit hinter sich gelassen hat.

Es besteht lediglich im Ersatz des bis dahin gebrauchten (grösstenteils aus Kieselsäure, Quarz) sauern Birnenfutters durch ein solches aus basischen Stoffen (Kalk, Magnesia, Dolomit u. dergl.) und gleichzeitiger Anwendung ba-

---

[1]) Wedding, Die Darstellung des schmiedbaren Eisens, 1r Ergänzungsband: der basische Bessemer- oder Thomas-Prozess, Braunschweig 1884.

[2]) D. R. P. No. 5869, vom 5. Okt. 1878.

sischer Zuschläge. Zwar gelang nicht sofort, diese basischen Stoffe zu einer befriedigend dauerhaften Auskleidung zu verarbeiten, indes hat rastlose Mitarbeit zahlreicher Fachmänner diese Schwierigkeit beseitigen helfen. Heute vertragen die Mantelfutter 60 bis 130 Ladungen; die rascher sich abnutzenden Böden 20 bis 36 Ladungen. Wegen der Einzelheiten wolle man in der soeben angezogenen Quelle nachsehen. Hier mag noch erwähnt werden, dass der Phosphorgehalt des Roheisens dem Thomas-Verfahren nicht allein keine Schwierigkeiten bietet, sondern angenehm ist, indem derselbe eine sehr willkommene Wärmequelle bildet. Die Beseitigung des Schwefels ist jedoch bei dem Thomasverfahren bisher noch nicht befriedigend gelungen, so dass man genötigt ist, für dasselbe möglichst schwefelfreies Roheisen zu verwenden.

Der Abbrand, d. h. der Gewichtsverlust durch das Frischen im Gefäss beträgt etwa 10‰, schwankt aber mit der Zusammensetzung des Roheisens.

Die Windpressung muss, da sie die schwere Eisensäule und ausserdem die auftretenden Reibungswiderstände zu überwinden hat, recht gross sein; sie beträgt bis $2^1/_2$ *kg* für 1 *qcm* oder ebensoviel Atmosphären-Überdruck.

Das kohlenstoffarme Eisen verschluckt im flüssigen Zustande beträchtliche Gasmengen (Kohlenoxyd, Wasserstoff), welche im Augenblicke des Erstarrens auszuscheiden versuchen. Da die zuerst erstarrende Aussenfläche des Gussstückes (I, S. 212) beziehungsweise der teigige Zustand desselben sich dem entgegensetzt, so wirken die Gase im Innern blähend, erzeugen Blasen, die meistens sowohl der Zahl wie der Grösse nach das Eisenstück so durchsetzen, dass dasselbe ohne besondere Bearbeitung unbrauchbar wird.

Über die Anschauungen, welche hinsichtlich des Vorkommens der Gase im kohlenstoffarmen Eisen aufgetaucht bezw. vertreten worden sind, findet sich in der Quelle[1]) eine recht gute Übersicht. Die einen nehmen an, dass die Gase lediglich durch Verschlucken in das Eisen geraten, die andern, dass sie in dem Eisen durch gegenseitige Einwirkung der dort befindlichen Stoffe entwickelt worden sind. Thatsache scheint zu sein, dass die Gase, welche vor eintretender Erstarrung entweichen und dabei Teile des Eisens fortschleudern (das sogenannte Spratzen verursachen), vorwiegend aus Kohlenoxydgas, diejenigen aber, welche im Eisen erst beim Erstarren frei werden und dort Hohlräume bilden, vorzugsweise aus Wasserstoff und Stickstoff, zum kleinsten Teil aus Kohlenoxydgas bestehen.

Man sucht die Blasenbildung zu verhindern (I, S. 224) durch Ausübung eines hohen Druckes auf das Eisen unmittelbar nach dem Ausgiessen desselben bis zu seinem völligen Erstarren[2]), man macht sie unschädlich durch nachträgliches Ausschmieden und Auswalzen der Blöcke. Reichlicher Siliciumgehalt mindert die Gasausscheidung. Neuerdings ist vorgeschlagen[3]), in der Birne das Eisen zu überblasen, so dass sich eine gewisse Menge Eisenoxydul bildet, welches die Wasserstoff- und Stickstoffverbindungen zersetzen soll. In einem, mit sehr hoher Temperatur arbeitenden Flammofen, in welchen das Eisen aus der Birne übergeführt ist, soll sodann der Rest des Eisenoxyduls mit an Silicium reicher Schlacke in den metallischen Zustand zurückgeführt werden.

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1884, S. 374.

[2]) D. p. J. 1871, **200**, 417; 1872, **206**, 280; 1877, **225**, 423 m. Abb.; 1879, **234**, 457 m. Abb.; 1881, **239**, 137.
Wochenschr. d. Vereins d. Ingenieure 1882, S. 95 m. Abb.

[3]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 997.

Die erwähnte nachträgliche Verdichtung bildet zur Zeit die Regel; sie gelingt nicht immer, da unter Umständen die völlige Vereinigung der einander gegenüber liegenden Blasenwände nicht erzielt wird, so dass bereits bei der folgenden Gestaltung durch Walzen eine Trennung längs derselben eintritt [1]) oder bei späteren Gelegenheiten unganze Stellen sich vorfinden.

Dieser Umstand, sowie der andere, dass das im geschmolzenen Zustand völlig gleichartig gewordene Eisen die Ausbildung einer Verletzung zu einem Bruch erleichtert (I, S. 340), haben dem Flusseisen viel Feinde geschaffen, während es andererseits durch seine, wegen Fehlens der Schlackenschichten hohe Geschmeidigkeit sich viele Verehrer erworben hat.

δ. Liegt lediglich die Aufgabe vor, den Kohlenstoffgehalt des Roheisens zu vermindern, hat man es also im übrigen mit genügend reinem Eisen zu thun, so kann dasselbe durch das Tempern in den schmiedbaren Zustand übergeführt werden. Man verpackt die zu bearbeitenden Gegenstände — es handelt sich fast ausschliesslich um kleinere Gusswaren — mit Sauerstoff abgebenden Stoffen (namentlich Eisenoxyd und Eisenoxydul, Knochenasche u. s. w.) in eiserne Kästen und glüht sie mit diesen viele Stunden lang, je nach der Dicke der Gegenstände. Man vermag hierdurch eine solche Entkohlung herbeizuführen, dass die behandelten Gegenstände sowohl schmiedbar als auch schweissbar werden (s. w. u. unter Eisengiesserei).

c. Darstellung des Schmiedeisens unmittelbar aus den Erzen ist die älteste [2]); sie beruht auf dem Umstande, dass man den Eisenerzen den Sauerstoff bei verhältnismässig niedriger Temperatur (S. 23) zu entziehen und das gebildete kohlenstoffarme Eisen zusammenzukneten vermag. In der Rennarbeit [3]) ist eine Vervollkommnung de[s] ältesten Verfahrens zu finden. Es sind neuere Vorschläge gemacht worden, welche den Umweg über das kohlenstoffreiche zum kohlenstoffarmen Eisen zu vermeiden anstreben. [4]) Indes ist der Erfolg kei[n] nennenswerter gewesen, und zwar, weil es nicht gelang, genügend vollständig bezw. genügend billig Verunreinigungen der Erze abzuscheiden, d. h. man muss tadellos reine Erze für das Verfahren verwenden. Sei[ne] Lebensfähigkeit hängt sonach von örtlichen Umständen ab. Bei de[m] Siemens-Martin-Verfahren [5]) spielt das Erz nur eine nebensächlich[e] Rolle (vergl. w. u. unter Stahlbereitung).

d. Darstellung des Stahles. [6]) Der Stahl wird entweder a[us] Roheisen durch teilweise Entziehung des Kohlenstoffs, oder aus Schmie[d]eisen durch Verbindung mit Kohlenstoff dargestellt. Auf dem einen w[ie]

[1]) Stahl und Eisen, 1885, S. 79 m. Abb.

[2]) Beck, Geschichte des Eisens, Braunschweig 1884, m. Abb.

[3]) Karmarsch & Heeren, Techn. Wörterbuch. 3. Auflage. Bd. 3, S. 18[illegible] m. Abb.

[4]) Ledebur, Handbuch der Eisenhüttenkunde. Leipzig 1884, S. 753.

[5]) D. p. J. 1867, **185**, 129; 1868, **188**, 46, **190**, S. 104; 1870, **196**, 2[illegible] m. Abb.

Z. d. V. d. I. 1869, S. 27 m. Abb., S. 377, S. 429 m. Abb.; 1882, S. 7[illegible] 1884, S. 641, S. 925 m. Abb.

[6]) D. p. J. 1844, **91**, 443 m. Abb., **92**, 19, 99 m. Abb.

auf dem andern Wege geht er entweder als ungeschmolzene Masse oder in geschmolzenem Zustande hervor. Wenn ersteres der Fall ist, so bildet der Stahl in der Gestalt, wie unmittelbar die Aufbereitung ihn liefert, ein unvollkommenes Erzeugnis, indem er teils nicht frei von unganzen Stellen gewonnen wird, teils mit dem Kohlenstoffe auf eine ungleichförmige Weise verbunden ist, so dass er härtere (kohlenstoffreichere) und weichere (kohlenstoffärmere) Teile im Gemenge enthält. Ohne weitere Zubereitungen können daher solche Stahlgattungen nur zu gröberen und grösseren Arbeiten angewendet werden; für alle übrigen Zwecke muss man sie einer Verfeinerung unterwerfen. Diese besteht entweder im Gärben, wodurch der Gärbstahl erzeugt wird, oder im Schmelzen, welches den Gussstahl liefert. Zu letzterem gehören auch alle diejenigen Stahle, die schon durch die Bereitung aus Roheisen oder Schmiedeeisen geschmolzen hervorgehen. Das Folgende wird sich also zu beschäftigen haben mit 1) der Bereitung ungeschmolzenen Stahls aus Roheisen, 2) der Bereitung ungeschmolzenen Stahls aus Schmiedeeisen, 3) das Stahlgärben, 4) dem Bereiten des Gussstahls.

1) Ungeschmolzener Stahl aus Roheisen. Es gehören hierzu der Rohstahl, Puddelstahl und Glühstahl.

α. Rohstahl (gefrischter Stahl, Frischstahl, Schmelzstahl, Mock), welcher aus dem Roheisen durch Herdfrischerei ebenso gewonnen wird, wie das Schmiedeisen, kommt kaum noch irgendwo vor. Es genüge daher hier die Bemerkung, dass der grössere Kohlenstoffgehalt des Erzeugnisses gegenüber dem Schmiedeisen durch frühzeitigeres Unterbrechen der Frischarbeit gewonnen wird.

β. Puddelstahl (Puddlingstahl). Nach neuerer Art wird die Stahlfrischerei im Flammofen (Puddelofen, S. 27) mittels Steinkohlenfeuerung ausgeführt, wodurch die Möglichkeit einer mehr ins Grosse getriebenen und wohlfeilern Erzeugung gegeben ist.[1]) Um aber hier nicht die Entkohlung zu weit zu treiben und statt Stahl entweder Schmiedeisen oder gar ein unbrauchbares Mittelding zwischen beiden zu gewinnen, muss der Arbeitsgang mit grosser Aufmerksamkeit geleitet, die Hitze nicht zu sehr gesteigert und die Behandlung im richtigen Zeitpunkte beendigt werden. Das Puddeln mittels der Gasflamme kann auch hier Anwendung finden.[2])

Eine weiche (kohlenstoffarme) Art Puddelstahl wird unter dem Namen Feinkorneisen in den Handel gebracht und zu Anwendungen, welche eine grosse Festigkeit verlangen, sehr geschätzt; dieser Stoff hat völlig stahlartigen körnigen Bruch, lässt sich härten und wird dadurch noch feinkörniger, nimmt aber nur einen sehr mässigen Grad von Härte an.

γ. Glühstahl. — Zur Umwandlung des (weissen) Roheisens in Stahl kann man selbst ohne Schmelzen des ersteren gelangen, indem man nur gegossene Schienen oder dünne Stäbe einem anhaltenden Glühen zwischen pulverigen Metalloxyden aussetzt, welche den Kohlenstoff des

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1855, S. 1383; 1859, S. 1021.
D. p. J. 1855, **137**, 189; 1859, **153**, 140.
[2]) D. p. J. 1855, **138**, 347; Polyt. Centralbl. 1850, S. 342.

Roheisens verbrennen und diese Wirkung nicht bloss oberflächlich, sondern nach und nach bis ins Innere ausüben (vergl. das Tempern, S. 52). Zu diesem Behufe dient derselbe Ofen und dasselbe Verfahren, welche unten für die Bereitung des Zementstahls beschrieben sind; nur dass eben Roheisenstäbe statt der Schmiedeisenstäbe behandelt werden und das Einsatzpulver nicht aus Kohle, sondern aus Eisenoxyden (Hammerschlag, Roteisenstein, Spateisenstein), oder Zinkoxyd (Galmei), oder Braunstein u. s. w. besteht.

Das Glühen muss, je nach Dicke der Roheisenschienen, wohl bis 14 Tage oder noch länger dauern. Die Erzeugung des Glühstahls ist noch neu und ihrer weitern Entwickelung gewärtig; sie scheint jedenfalls nur Stahl von untergeordneter Beschaffenheit zu liefern, der sich hauptsächlich durch die geringere Kostspieligkeit seiner Herstellung empfehlen könnte.

2) Ungeschmolzener Stahl aus Schmiedeisen. Dies ist der Zementstahl (Brennstahl), welcher durch Zementiren von Schmiedeisenstäben, d. h. durch starkes und anhaltendes Glühen derselben in einer Umhüllung mit Kohle bereitet wird. [1]) Die Stahlbildung geht zuerst an der Oberfläche des Eisens vor sich, dringt aber allmählich in das Innere und endlich durch und durch. Gleichwohl bemerkt man auf dem Bruche der Stangen nach dem Zementieren oft sehr deutlich in der Mitte einen Raum, dessen Ansehen von dem der äussern Schicht sehr verschieden ist (Rosenstahl). Der Stahl fällt desto kohlenstoffreicher und folglich härter aus, je länger die Behandlung gedauert hat.

Man bedient sich zu diesem Einsetzen feststehender Kästen aus feuerfestem Thon, Quarzsandstein oder unschmelzbaren Ziegeln (in letzteren beiden Fällen durch Thon verbunden), deren Wände ungefähr 10 *cm* dick sind, und welche auf dem Herde eines Flammofens (Zementierofen, Stahlofen) auf Unterlagen ruhen, so dass die Flamme auch unter dem Boden durchstreichen kann. Zur Feuerung dient Holz (nur in Schweden), Steinkohle, Braunkohle oder guter Torf; hin und wieder wendet man Gasfeuerung an und benutzt dazu entweder Hohofengase oder Generatorgase (I, S. 173). [2]) Gewöhnlich befinden sich zwei Kästen in einem Ofen nebeneinander, und die Feuergasse (der Rost) ist zwischen ihnen angebracht; doch baut man auch Öfen mit drei Kästen oder mit nur einem Kasten.

Hartes, nicht sehniges, und von unganzen Stellen möglichst reines Eisen wird zur Stahlbereitung ausgewählt, und das mittels Holzkohle gewonnene stets vorgezogen; man wendet es in flachen Stäben von 40 bis 100 *mm* Breite bei 3 bis 16 *mm* Dicke an, welche beinahe die Länge der Kästen haben. Man legt in die Kästen die Eisenstäbe, 6 bis 12 *mm* weit auseinander, auf die schmale Seite, füllt die Zwischenräume mit dem Einsatzpulver (einem Gemenge von gröblich gepulverter Buchenholzkohle mit 10 Massprozent Holzasche, auch wohl bloss Kohle, allenfalls mit einer Auflösung von Pottasche und Kochsalz befeuchtet), streut darüber 12 bis 20 *mm* hoch das nämliche Pulver, und wechselt so mit Eisen und Einsatzpulver schichtenweise ab, bis der Kasten beinahe gefüllt ist. Obenauf giebt man 10 bis 12 *cm* hoch schon gebrauchtes Pulver

---

[1]) Samml. von Zeichn. f. d. Hütte, 1856, Taf. 8d.
D. p. J. 1858, **149**, 180.

[2]) D. p. J. 1857, **146**, 284.

und darüber eine gehäufte Lage Sand oder einen Deckel von Thonplatten Einige Versuchsstäbe werden so mit eingelegt, dass man sie leicht herausholen kann, um den Fortgang des Vorganges und ihre Beendigung daran zu beurteilen. Die Hitze wird bis zum Weissglühen (Schweisshitze) getrieben und in dieser Stärke 5 bis 14 Tage unterhalten, je nach der Grösse des Ofens und der Dicke der Eisenstäbe. Zuletzt lässt man den Ofen (wohl 8 bis 14 Tage lang) abkühlen, öffnet dann die Kästen und nimmt die Stäbe heraus. Diese zeigen sich spröde (ohne hart zu sein), an vielen Stellen rissig, auf der Oberfläche mehr oder weniger mit Blasen bedeckt (Blasenstahl), und von geringerem Einheitsgewichte als bearbeiteter Stahl, ja sogar als das Eisen vor dem Einsetzen (Stabeisen von 7,795 zeigte nach der Behandlung 7,618 Einheitsgewicht; andere Beobachtungen an rohem Zementstahl ergaben 7,255 bis 7,313). Das Gewicht der Stücke nimmt durch das Zementieren um $^1/_3$ bis $^3/_4$% zu; nur schlecht gefrischtes, noch Schlacke enthaltendes Eisen zeigt keine Gewichtsvermehrung. Soll der Zementstahl besonders gut werden, so zementiert man die Stäbe ein zweites Mal mit ganz oder teilweise erneuertem Kohlenpulver (doppelt zementierter Stahl).

Die Theorie des Zementierprozesses ist nicht völlig aufgeklärt, indem trotz mancher darüber angestellter wissenschaftlicher Untersuchungen unentschieden bleibt, ob der Kohlenstoff unmittelbar aus der Kohle an das Eisen tritt, oder nur mittelbar aus vorgängig gebildeten chemischen Verbindungen (Kohlenwasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Cyangas, Cyankalium), wozu allerdings teils die Kohle, teils die in deren Zwischenräumen befindliche atmosphärische Luft die Urstoffe zu liefern vermag. Ausgemacht scheint allerdings zu sein, dass die schon oben erwähnte Vermengung des Kohlenpulvers mit Holzasche (welche kohlensaures Kali enthält), ferner mit Kreide oder Kalk (6%), Pottasche, kalcinierter Soda (2% oder mehr), kohlensaurem Baryt, sowie Anwendung der stickstoffhaltigen Kohle von Knochen, Horn, Klauen, Leder u. s. w. statt Holzkohle, die Zementation beschleunigt, was für eine nützliche Mitwirkung von Cyan und Cyan-Alkalimetallen spricht. Geht man von der Annahme aus, dass nicht der feste Kohlenstoff unmittelbar, sondern ein aus dem Zementierpulver entwickeltes kohlenstoffhaltiges Gas auf das Eisen einwirke und demselben die zur Stahlbildung nötige Menge Kohlenstoff abgebe, so führt dies fast notwendig zu dem Gedanken, den Vorgang unmittelbar vermöge solchen Gases zu bewerkstelligen. In der That sind gelungene Versuche gemacht worden, Zementstahl dadurch herzustellen, dass man in einem Behälter eingeschlossenes weissglühendes Schmiedeisen hinreichend lange einem Strome von hindurchziehendem Kohlenwasserstoffgas (Leuchtgas aus Steinkohlen) oder Kohlenoxydgas, auch wohl dem Dampfe von kohlensaurem Ammoniak, aussetzte.

Mit der Brennstahlbereitung ist die Arbeit des Einsetzens genau verwandt, welche man sehr häufig anwendet, um aus Schmiedeisen verfertigte Gegenstände oberflächlich in Stahl zu verwandeln, damit sie äusserlich Härte zeigen und eine feine Politur annehmen. Zu diesem Behufe werden die Stücke in einer Büchse von Eisenblech mit Holzkohlenpulver, besser mit gepulverter tierischer Kohle (mancherlei willkürlichen Gemengen aus schwarzgebrannten Knochen, verkohlten Lederschnitzeln, zerraspeltem und verkohltem Ochsenhorn, Pferdehufen u. dgl.) umgeben, und eine Stunde oder länger im Schmiedefeuer oder einem Ofen geglüht, worauf man den Deckel der Büchse abnimmt und den Inhalt der letzteren in Wasser wirft, um die Härtung zu bewirken (Einsatzhärtung). Cyaneisenkalium oder Blutlaugensalz (welches 17% Kohlenstoff enthält) ist ein sehr wirksames, aber teures Mittel zum Einsetzen. Man bedient sich desselben aber oft, um auf Eisenarbeiten eine äusserst dünne Haut von Stahl zu erzeugen, indem man die geschmiedeten und abgefeilten Stücke glühend macht, mit dem gepulverten

Salze schnell bestreut und einreibt und endlich durch Ablöschen in Wasser härtet.

Zum Einsetzen grosser Gegenstände baut man eigene Öfen, für ringförmige Körper (z. B. Radreifen zu Eisenbahnwagen) namentlich mit ringartigem Zementierkasten. — Sollen Stäbe oder Platten von Eisen nur auf einer Fläche in Stahl umgewandelt werden, so legt man sie beim Einsetzen zwischen eine Schicht Kohlenpulver und eine Schicht gepulverten feuerfesten Thon, so dass nur die Seite mit Kohle in Berührung ist, welche eine Umwandlung in Stahl erleiden soll.

Verschieden von obigem Verfahren ist das Einsetzen von Stahlarbeiten behufs des Härtens, wobei die Umhüllung von Kohle nur dazu dient, die Erhitzung des Stahls ohne Luftzutritt, daher ohne Glühspanbildung und ohne Gefahr des Verbrennens, vornehmen zu können (I, S. 200).

Andere Verfahren oberflächlicher Umwandlung in Stahl sind folgende: 1) Man taucht das schweisswarme (weissglühende) Schmiedeisenstück einige Augenblicke lang in möglichst dünnflüssig geschmolzenes Roheisen, wendet es darin herum, bringt es nur auf einige Sekunden unter Wasser, damit es beim Wiederherausziehen noch rotglühend ist, und kann es nun beliebig weiter bearbeiten und schliesslich härten. Mit Leichtigkeit dringt auf diese Weise die Stahlbildung 2 bis 3 *mm* tief ein. — 2) Man steckt das schweisswarme Schmiedeisen in einen Haufen Feilspäne von grauem Gusseisen, und dreht es einige Zeit darin herum; oder streicht das zum Funkensprühen erhitzte Schmiedeisen mit einem dünnen, fast zum Schmelzen heissgemachten Stücke Gusseisen und kühlt es in Wasser ab.

3) Gärbstahl. — Das Gärben, dem die im vorstehenden besprochenen Stahlgattungen (Roh-, Puddel-, Glüh- und Zementstahl) grossenteils unterworfen werden, besteht in einem wiederholten Ausschmieden und Schweissen, welches eine gleichmässigere Vermengung ihrer verschiedenen Teile, überhaupt eine Ausgleichung des Kohlenstoffgehalts in der Masse bewirkt. Das Erzeugnis dieser Behandlung ist ein zu feinen Arbeiten weit besser geeigneter Stahl, der den Namen Gärbstahl oder gegärbter Stahl führt. Man verfährt beim Gärben des Stahls auf die Weise, das man ihn zu 60 *cm* langen, 3 bis 4 *cm* breiten, nur 2 bis 3 *mm* dicken Schienen ausschmiedet (das Plätten oder Schienen), 6, 8 oder mehr solcher Schienen aufeinander legt, diesen Packen (die Garbe oder Zange) zusammenschweisst und zu einem rechtekigen Stabe ausstreckt. Zweimal gegärbter Stahl entsteht, wenn der Stab in der Mitte eingehauen, zusammengebogen, geschweisst und wieder ausgestreckt wird. Auf diese Weise wird das Gärben oft noch zum drittenmale vorgenommen. Bei jedem Male findet ein Abgang von 6 bis 12 % statt und werden auf 100 *kg* Stahl 100 bis 120 *kg* Steinkohlen verbraucht. Im Durchschnitte liefern 100 *kg* Rohstahl 70 bis 75 *kg* gegärbten Stahl.

Um eine richtige Ansicht von der Wirkung des Gärbens zu gewinnen, muss man von der Vorstellung abgehen, als bestehe dieselbe einzig und allein in einem innigen Durcheinandermengen der im Stahle enthaltenen, durch ungleichen Kohlenstoffgehalt verschiedenen Eisenarten. Auf solchem Wege könnte das Ergebnis wohl nie so beträchtlich sein, als es wirklich ist. Es wird vielmehr ein grosser — vielleicht der grösste — Teil des Erfolges davon herzuleiten sein, dass während der innigen Berührung zwischen kohlenstoffreicheren und kohlenstoffärmeren Stahlteilen, in der Schweiss- und Schmiedehitze, erstere allmählich etwas Kohlenstoff an letztere abgeben, welche sonach eine Art Zemen-

tierung zu erleiden haben, wobei die mehr kohlenstoffbeladenen Teile diese Rolle spielen, wie bei der Bereitung des Zementstahls das kohlige Einsatzpulv. Ist diese Annahme richtig, so muss sie auch für das Verhalten der ungleic artigen Teile eines und desselben Stahlstabes zu einander gelten, ohne dass e Schweissen und Ausschmieden stattfindet; d. h. es muss möglich sein, die grösse Gleichartigkeit des gegärbten Stahles dadurch zu erzielen, dass man einfac die Stäbe von Rohstahl, Puddelstahl oder Zementstahl längere Zeit hindurch ohne mechanische Bearbeitung, einer starken Glühhitze unterwirft, wenn nu dabei die Luft ausgeschlossen bleibt, welche vermöge ihres Sauerstoffs den Stahl entkohlen und verderben würde. Dies ist durch die Erfahrung bestätigt, welche gelehrt hat, dass die durch das gewöhnliche Gärben zu erlangende Gleichartigkeit der Masse mit weniger Arbeit, fast ohne Abgang und zugleich sogar noch vollkommener dem Stahle gegeben werden kann, indem man die dicken (wohl bis zu 5 *cm* starken) Stäbe 2 bis 10 Stunden lang in einem Flammofen, von einem Bade geschmolzener eisenoxydfreier Schlacke bedeckt, unter steter starker Rotglühhitze liegen lässt. Doch bietet die Anwendung dieses Verfahrens Schwierigkeiten dar wegen der zerstörenden Einwirkung, welche das Schlackenbad auf die thönernen Behälter ausübt. Man hat deshalb angegeben, die Stahlstäbe in dicht zu verschliessende Röhren zu bringen und so ohne irgend ein anderes Schutzmittel gegen den Luftzutritt die Glühung zu bewerkstelligen.

4) Gussstahl. — Das vollkommenste Mittel, den Stahl als durchaus gleichartige Masse darzustellen, ist Schmelzung desselben, wodurch das entsteht, was man Gussstahl nennt. Die besten Stahlarten werden auf diese Weise erzeugt, womit jedoch nicht gesagt ist, dass allemal und unbedingt der Gussstahl von völlig gleichem Kohlenstoffgehalte und überhaupt völlig gleicher Beschaffenheit in allen Teilen eines und desselben Stückes sein müsse; denn die Schwierigkeit, namentlich grössere Mengen ganz innig zu mischen, sowie das Verhalten des flüssigen Stahls bis zum Erstarren (S. 31) legt leicht Hindernisse in den Weg.

Gussstahl wird verfertigt teils durch Schmelzen von bereits fertigem (Roh-, Puddel-, Glüh- oder Zement-) Stahl, teils durch Umwandlung von Roh- oder Schmiedeisen in solcher Weise, dass der daraus entstehende Stahl bei der Bereitung selbst als geschmolzene Masse auftritt. Auf dem zuerst genannten Wege, welcher der älteste ist, gewinnt man neben geringeren auch die feinsten Arten Gussstahl. Der andere Weg wird vorzugsweise eingeschlagen, wenn es sich um die Erzeugung wohlfeilerer (nicht die grösste Reinheit in Anspruch nehmender) Gattungen in grossen Massen handelt, also zur Herstellung des sogenannten zähen Gussstahls, Massengussstahls oder Maschinengussstahls, Flussstahls.

Daneben tritt endlich die Stahlbereitung durch Zusammenschmelzen von Schmiedeisen- bezw. Stahlabfällen, Roheisen und Eisenerzen, das sogenannte Siemens-Martin-Verfahren auf.

α. Gussstahlbereitung durch Schmelzen von Stahl zu eigentlichem Gussstahl. — Der Rohstoff hierzu ist in der Regel Zementstahl (seltener Rohstahl, dagegen wohl öfter Puddelstahl, besonders für geringere, in Massen wohlfeil herzustellende Arten), welche man nach dem Bruchansehen gehörig sondert, in ziemlich kleine Stücke zerschlägt oder mit der Schere zerschneidet, und in einem sehr stark ziehenden, mit Koke geheizten Windofen (I, 192), in den feuerfestesten thönernen

Tiegeln schmilzt.[1]) Zur Abhaltung der Luft wurde sonst zuweilen ein Bedecken des Stahls mit bleifreiem Glase angewendet; dasselbe greift indessen die Tiegel an und ist auch überflüssig, weil der Tiegeldeckel so fest anschmilzt, dass er die Luft völlig ausschliesst. Ein Tiegel fasst gewöhnlich 15 bis 30 *kg* Stahl, und die Schmelzung dauert 3 bis 6 Stunden; in einem Ofen von länglichrundem oder viereckigem Querschnitt des Schachtes stehen zwei (bei quadratischem Querschnitt vier) Tiegel. Vollkommen geschmolzen wird der sehr dünnflüssige und bei höherem Kohlenstoffgehalte an der Luft stark funkensprühende Stahl in zweiteiligen gusseisernen Formen zu Stäben — Barren — gegossen, welche man hierauf unter dem Hammer und unter Walzen beliebig ausstreckt; zu grösseren geschmiedeten Stücken giesst man Blöcke von 300 bis 400 *kg* und mehr. Zur Erlangung eines fehlerfreien Gusses mag es dienlich sein, den Stahl in die Formen von unten einzuführen (I, 281). — Manche Gussstahlarten sind schwer oder gar nicht zu schweissen, und dies hängt wesentlich von der Menge des darin enthaltenen Kohlenstoffs ab. Man unterscheidet daher schweissbaren Gussstahl und unschweissbaren. Je weniger Kohlenstoff der Gussstahl enthält, desto mehr besitzt er die Eigenschaft der Schweissbarkeit, desto grössere Hitze erfordert er aber zur Schmelzung und desto weniger gross ist die Härte, welche er anzunehmen vermag (S. 6). Die grösste Reissfestigkeit scheint — alles Sonstige gleich gesetzt — bei 1,25 % Kohlenstoffgehalt vorhanden zu sein, und bis zu dieser Grenze wächst sie mit dem Kohlenstoffgehalte.

Stahlschmelzöfen mit mehr als vier Tiegeln richtet man so ein, dass letztere nicht zwischen dem Brennstoff selbst stehen, sondern — z. B. 12 in zwei Reihen geordnet — durch die Flamme eines Steinkohlenfeuers oder durch Generatorgase erhitzt werden.[2]) — Dem einzuschmelzenden Stahle wird öfters für die härtesten Gussstahlarten ein wenig Kohlenpulver oder weisses Roheisen, für die weichsten hingegen ein kleiner Anteil Schmiedeisen zugemischt; ein geringer Zusatz von Kohlenpulver und Braunstein soll in den englischen Gussstahlfabriken sehr gebräuchlich sein. — In den eisernen Formen, in welche man den Stahl giesst, muss derselbe fast augenblicklich erstarren, was ein für seine gleichartige Beschaffenheit wichtiger Umstand ist, weil bei langsamem Erkalten Teile mit verschiedenem Kohlenstoffgehalte sich aussondern würden. Die Barren enthalten gewöhnlich im Innern blasenförmige Höhlungen von Stecknadelkopf- bis Bohnengrösse, und da diese vorzugsweise in der Nähe des Gusslochs der Form auftreten, so schlägt man wohl das obere Ende jedes Barrens 5 bis 8 *cm* lang ab und schmilzt es wieder ein. Aus 100 *kg* Gussbarren erfolgen im grossen Durchschnitt 85 *kg* geschmiedete oder gewalzte Stahlstäbe.

Als Beispiele für die zu erreichende Grösse der Blöcke aus Tiegelgussstahl wurden von F. Krupp in Essen ausgestellt: Auf der internationalen Ausstellung

in	London	1851	ein	Block	von	2250 *kg*
„	Paris	1855	„	„	„	10000 „
„	London	1862	„	„	„	20000 „
„	Paris	1867	„	„	„	40000 „
„	Wien	1873	„	„	„	52500 „

---

[1]) D. p. J. 1854, **134**, 206 m. Abb.; 1861, **161**, 350 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1854, **134**, 211 m. Abb.

β. Gussstahl unmittelbar aus Roheisen. — Zur Bereitung desselben ist erforderlich, auf das geschmolzene Roheisen, wie bei Darstellung des Schmiedeisens, als Entkohlungsmittel sauerstoffhaltige Stoffe einwirken zu lassen und zugleich einen Hitzegrad anzuwenden, der hinreicht, um den entstehenden Stahl im Flusse zu erhalten. Der hierbei eingeschlagenen Wege sind wesentlich zwei, je nachdem man zur Oxydation des Kohlenstoffs im Roheisen entweder atmosphärische Luft oder Eisenoxyde gebraucht.

Das erste der angedeuteten Verfahren besteht in dem rechtzeitig unterbrochenen Frischen im Gefäss (S. 29), bezw. dem Zusetzen von Spiegeleisen zu dem entkohlten Inhalt des Gefässes. Es ist schwer, den Entkohlungsvorgang genau rechtzeitig zu unterbrechen; das fast vollständige Entkohlen und dem folgendes Beimischen bestimmter Kohlenstoffmengen (in Gestalt des Spiegeleisens) führt zu sicheren Ergebnissen und bildet deshalb die Regel.

Die Umwandlung des Roheisens in Gussstahl durch Eisenoxyde wird auf die Weise ausgeführt, dass man weisses Roheisen in kleingekörntem Zustande mit gepulverten möglichst reinen Eisenerzen (Roteisenstein, Spateisenstein oder Magneteisenstein) vermengt und schmilzt. Dieses vielfach versuchte Verfahren — bei dem es immer schwer sein wird, die Grösse des Kohlenstoffgehalts im entstehenden Stahle sicher zu regeln — hat besonderen Ruf erlangt durch Uchatius, welcher auf 100 Teile Roheisen 25 Teile Spateisenstein und $1\frac{1}{2}$ Teil Braunstein, für weichere Stahlarten überdies $12\frac{1}{2}$ bis 20 Teile Schmiedeisen, zusetzt (Uchatius-Stahl).

Die Theorie dieses Verfahrens ist einfach die, dass der Sauerstoff des Eisenoxydes einen gewissen Teil Kohlenstoff des Roheisens in Kohlenoxydgas verwandelt, während das Eisen des Oxyds mit dem teilweise entkohlten Roheisen zusammentritt und Stahl bildet.

γ. Gussstahl unmittelbar aus Schmiedeisen (Homogenstahl). — Diese Stahlgattung, welche regelmässig zu der Klasse des zähen oder Maschinengussstahls (S. 37) zu rechnen ist, wird auf dreierlei Weise verfertigt, nämlich durch Zusammenschmelzen von sehr reinem weichen Stabeisen entweder mit ungefähr $^1/_{150}$ ($^2/_3$ %) Holzkohlenpulver, oder mit etwa 50 % Abfällen von gewöhnlichem kohlenstoffreicheren Gussstahl, oder mit weissem Roheisen (zumal Spiegeleisen).

Die Mengenverhältnisse der Zuthaten werden verschieden gewählt, wie folgende Beispiele zeigen: 100 Teile Schmiedeisendrehspäne, 2 Teile Braunstein, 3 Teile Holzkohlenpulver; — Schmiedeisen mit $1^1/_2$% Holzkohlenpulver, $^1/_{16}$% Blutlaugensalz, $^1/_{16}$% Salmiak (!), wobei etwas Kochsalz und Ziegelmehl zugesetzt werden soll, um eine die Luft abhaltende Schlacke zu bilden; — 100 Teile Schmiedeisendrehspäne, $2^1/_4$ Teile Braunstein, 28 Teile Feil- oder Drehspäne von grauem Gusseisen; — 1 Teil weisses Roheisen (Spiegeleisen), 3 Teile Schmiedeisen.

Von Bedeutung ist das Siemens-Martinsche Verfahren (S. 32) geworden, nach welchem in bei hoher Hitze geschmolzen gehaltenes Roheisen ein beträchtlicher Zusatz von Stabeisen- und Stahlabfällen (30 bis 60%) auch Eisenerze eingetragen, zuletzt noch eine angemessene Menge Spiegeleisen zugefügt wird. Die hierbei angewendeten Öfen sind Flammenöfen mit sehr wirksamem Gaserzeuger und grossen Siemensschen Wärmespeichern (I, S. 172).

5. Stahlmischungen. — Eine Art Gussstahl kommt aus Ostindien unter dem Namen Wootz. Dieser Stahl ist hart, und schwer zu verarbeiten; er nimmt bei geringer Glühhitze, in Wasser abgelöscht, eine sehr grosse Härte an, und taugt vortrefflich zu feinen Messern. Er soll durch Zusammenschmelzen von Schmiedeisen mit Kohle bereitet sein, und enthält nach chemischen Analysen 1 bis $1^2/_3$% Kohlenstoff nebst etwas Silicium, Mangan, Nickel und Wolfram. In Europa hat man den Wootz auf folgende Weise nachgeahmt: Kleine Stückchen von Schmiedeisen oder Stahl werden in Kohlenpulver eingegraben und so lange heftig geglüht, bis sie sich in eine dunkelgraue, leicht zu pulvernde Masse (Kohleneisen) verwandelt haben. Diese wird gepulvert und mit reiner Alaunerde in einem verschlossenen Tiegel längere Zeit stark weissgeglüht, wobei sie weiss und spröde wird. Stahl, mit $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ dieser weissen Metallmischung zusammengeschmolzen, giebt den Wootz. — Der gewöhnliche Gussstahl gewinnt an Güte, für den Gebrauch zu feinen Schneidwerkzeugen, wenn man ihn mit sehr wenig ($^1/_{500}$) Silber zusammenschmilzt (Silberstahl). Auch gewisse andere Metalle verbessern, wenn sie mit dem Stahle geschmolzen werden, denselben in bemerkbarem Grade, wiewohl manches hierüber Mitgeteilte ziemlich zweifelhafter Natur ist. Eine Mischung dieser Art ist der Nickelstahl oder Meteorstahl, welcher einen Zusatz von Nickel enthält. Eine Vorschrift zur Bereitung des Meteorstahls ist folgende: 24 Teile Zink, 4 Teile Nickel und 1 Teil Silber werden, mit Kohlenstaub bedeckt, in einem verschlossenen Graphittiegel zusammengeschmolzen, in Wasser ausgegossen und zu kleinen Stücken zerschlagen. 8 Teile dieser Mischung, mit 6 Teilen gepulvertem Chromeisenstein, 1 Teile Kohlenpulver, 2 Teilen ungelöschtem Kalk, 2 Teilen Porzellanthon und 384 Teilen rohem Zementstahl (Blasenstahl) geschmolzen, geben den Meteorstahl. Sonst sind noch zu erwähnen die Legierungen des Stahles mit kleinen Anteilen Mangan, Chrom, Titan, Wolfram. Die Legierungen von Stahl mit sehr kleinen Mengen Silber, Nickel u. s. w. scheinen ihre vorzüglichen Eigenschaften oft nicht sowohl diesen Beimischungen, als vielmehr dem bei ihrer Bereitung stattfindenden Umschmelzen zu verdanken; man hat dies in England auch wohl eingesehen, indem das, was unter dem Namen Silberstahl von dort her noch jetzt etwa in den Handel kommt, eben nichts weiter als eine feine Gussstahlart ohne Silbergehalt ist. Der Wolframstahl (1 bis 3% Wolframmetall enthaltend) hat durch seine Fähigkeit, eine ausserordentliche Härte anzunehmen, Ruf erlangt. Unter dem Namen Mushets Spezialstahl ist ein durch seine grosse Härte ausgezeichneter Stahl in den Handel gekommen, der 8 bis 10% Wolfram enthält (ausserdem 1 bis 2% Mangan). Derselbe ist als Werkzeugstahl hier und da verwendet worden; er kann nur durch Schmieden in schwachrotglühendem Zustand in die erforderliche Gestalt gebracht werden, da er nach dem Erkalten von der Feile nicht angegriffen wird. Bei Anwendung des gewöhnlichen Stahlhärtungsverfahrens zersplittert er; doch ist er so hart, dass er gewöhnlichen Stahl unter allen Umständen angreift.

Der sogenannte Damaszener Stahl (dessen Namen von der Stadt Damask in Syrien herrührt) ist teils eine in türkisch Asien und Persien erzeugte, dem Wootz (s. oben) verwandte Stahlgattung, in der Regel aber ein auf bestimmte Weise bereitetes Gemenge von innig miteinander verschweissten Stahl- und Eisenteilen. Er erhält durch das Beizen seiner blank gefeilten, geschliffenen und sorgfältig von Fett gereinigten Oberfläche mit einer schwach sauren Flüssigkeit (z. B. einer Mischung aus 1 Massteile Scheidewasser und 30 Massteilen Essig) eigentümliche, aus hellen und dunklen Linien zusammengesetzte Zeichnungen (Damast), welche eine gewisse Regelmässigkeit zeigen, wenn die Anordnung der nebeneinander liegenden Stahl- und Eisenteilchen auf eine regelmässige Art bewirkt worden ist. Der Stahl erscheint nämlich (da er — besonders im gehärteten Zustande — von Säuren weit langsamer aufgelöst wird als Schmiedeisen) in höher liegenden hellen, das Eisen dagegen in vertieften mattgrauen Linien. Bei starker Ätzung sind die dunklen Linien hinlänglich vertieft, um sich mit Farbe, in der Kupferdruckpresse, wie ein Kupferstich auf Papier abdrucken zu lassen. Nicht allein Stahl und Schmiedeisen sind tauglich, ein zur Damastbildung geeignetes Gemenge zu geben, sondern auch zwei

verschiedene Arten Schmiedeisen, von welchen in diesem Falle die härtere (kohlenstoffreichere) die Stelle des Stahls einnimmt. In jedem Falle besitzt ein solches feines und inniges Gemenge bedeutend mehr Zähigkeit als Stahl oder eine einzelne Eisenart für sich allein, wovon der Grund sowohl in der Verwebung der Fasern als in der Verbesserung des Stoffs durch das bei der Bereitung erforderliche wiederholte Ausschmieden und Schweissen liegt. Dieser innere Vorzug fehlt natürlich denjenigen nachgeahmten Damastarbeiten, deren Zeichnung auf gewöhnlichem Stahle oberflächlich eingeätzt ist. Wird nämlich eine polierte Stahlfläche mit Wachs oder einer harzigen Mischung dünn überzogen, in diesen Überzug eine beliebige Zeichnung eingeritzt und endlich mit Säure geätzt, so lässt sich zwar einigermassen das Ansehen des wahren Damastes hervorbringen; allein diese nicht aus der Masse selbst entsprungene Zeichnung kommt nicht wieder, wenn man sie abschleift und die ganze Fläche beizt, was dagegen mit dem wirklichen Damaste der Fall ist.

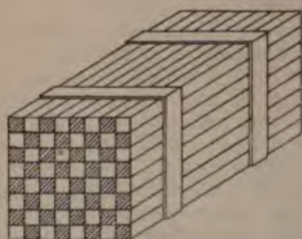
Das den Damast erzeugende innige Gemenge kann auf verschiedene Weise hervorgebracht werden. Das Verfahren, welches im Orient bei der Verfertigung der echten türkischen Damast-Säbelklingen und Gewehrläufe befolgt wird, ist nicht sicher bekannt. In Europa befolgt man gewöhnlich im wesentlichen nachstehendes Verfahren: Dünne Stäbchen von Schmiedeisen und Stahl (oder von hartem und weichem Schmiedeisen) werden in gehöriger Anzahl zu einem Bündel nebeneinander gelegt und zusammengeschweisst. Die Stange, welche dadurch entsteht, wird in die Länge geschmiedet, und in zwei oder drei Teile zerhauen, die man wieder aufeinander legt und zusammenschweisst. Dieses Verfahren kann noch öfter wiederholt werden, und liefert endlich einen letzten Stab, der aus vielen gleichlaufenden Fäden, abwechselnd von Eisen und Stahl, zusammengesetzt ist. Man windet diesen Stab im glühenden Zustande schraubenartig zusammen, indem man ein Ende im Schraubstock befestigt, das andere mit einer Zange fasst und so gleichmässig als möglich umdreht. Die verschiedenen miteinander verbundenen Fäden nehmen hierdurch die Lage von Schraubenlinien an, aber die der Oberfläche näher liegenden sind in weiteren Kreisen gewunden, als die im Innern befindlichen, und ein genau in der Achse des Stäbchens liegender Faden würde gar keine Krümmung angenommen haben. Schlägt man das gedrehte Stäbchen platt, so kommen die Teile der Schraubenwindungen mehr oder weniger in eine gemeinschaftliche Ebene zu liegen, und bilden nach dem Beizen eine aus vielen, symmetrisch gestellten, kleinen Figuren zusammengesetzte Zeichnung, deren Linien desto zarter sind, je mehr beim Schmieden jene Fäden verfeinert wurden.

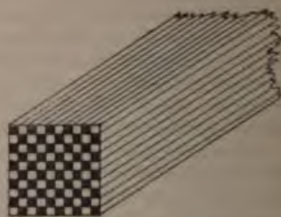
Auf folgendem Wege[1]) können verschiedene Damastarten durch einerlei Grundverfahren dargestellt werden. Man umwickelt geschmiedete stählerne Streifen von beliebiger Länge, 25 bis 40 *mm* Breite und 1,5 *mm* Dicke, in weitläufigen Windungen schraubenartig mit Eisendraht von ebenfalls 1,5 *mm* Dicke. Dann drückt man durch Hämmern in der Rotglühhitze den Draht zum Teil in den Stahl hinein, legt eine Anzahl so vorbereiteter Streifen oder Blätter aufeinander und schweisst sie zusammen. Der geschweisste und noch ferner ausgestreckte Stab wird in zwei oder drei Teile zerhauen; diese legt man aufeinander und vereinigt sie wieder durch Schweissen. Auf gleiche Weise wird noch einigemal verfahren, wodurch man endlich erreicht, dass der Stab aus einer grossen Menge sehr dünner, abwechselnd liegender Schichten von Stahl (aus den ursprünglich angewendeten Streifen) und Eisen (durch die Ausbreitung des Drahtes gebildet) besteht. Feilt und schleift man die Oberflächen ab, welche mit der Richtung der Schichten gleichlaufend sind, so entsteht eine unregelmässige, aus zufälligen Linien und Flecken zusammengesetzte Zeichnung, weil mehrere von den Schichten durchschnitten wurden. Feilt man quer über die Flächen des Stabes halbrunde Rinnen ein (welche so stehen müssen, dass jede Rinne der obern Fläche einem Zwischenraume der untern Fläche entgegengesetzt ist), und hämmert den nun wellenartig gekrümmten Stab wieder flach, so nehmen

[1]) Jahrbücher d. Wiener polyt. Inst. Bd. 4, S. 463.

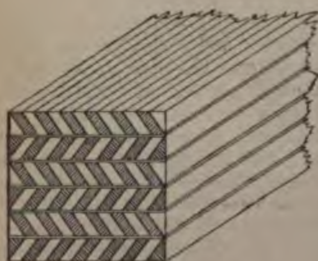
alle von der Feile nicht durchschnittenen Schichten eine wellenförmige Krümmung an, und auf den Flächen entstehen durch das Beizen lauter ungefähr elliptische, den gemachten Rinnen entsprechende Figuren, welche aus vielen gleichlaufenden, meist in sich selbst zurückkehrenden und ineinander eingeschlossenen Linien gebildet erscheinen. Wird das Einfeilen der Rinnen unterlassen und statt dessen der Stab mit einem Schmiedegesenke bearbeitet, welches auf der Oberfläche irgend eine erhabene Zeichnung hervorbringt (z. B. kleine halbkugelige Warzen, Buchstaben u. dgl.), so hat man nur die Erhöhungen wegzufeilen, um nach dem Beizen dieselbe Zeichnung mit feinen Linien ausgeführt zu erhalten.

In Lüttich sind für die Erzeugung des Damastes an Gewehrläufen folgende Verfahren gebräuchlich.[1]) Man fügt schon in dem Schweisspacken


Fig. 1.


Fig. 2.

Stahl- und Eisenstäbe in eigenartiger Folge zusammen. Fig. 1 stellt einen Packen für den Bernard-Damast dar. Es sind Stahl- und Eisenstäbe quadratischen Querschnitts so zusammengelegt, dass — wären jene verschieden gefärbt — die Endflächen des Packens ein schachbrettartiges Aussehen haben würden. Der Packen wird mit höchster Sorgfalt gleichmässig bis zur Schweisshitze erwärmt und dann zunächst (von 9 *cm* auf 3,6 *cm* Seitenlänge) zu dem durch Fig. 2 dargestellten Stabe, endlich zu einem Stabe, welcher nur 8 *mm* dick ist, ausgewalzt. Hierbei ist so zu verfahren, dass in dem Querschnitt des


Fig. 3.

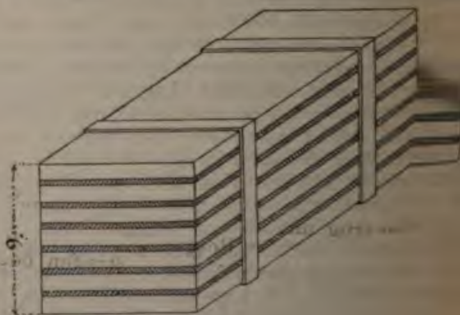


Fig. 4.

letzterwähnten Stabes (nachdem derselbe erforderlichen Falles blank gemacht ist) die schachbrettartige Zeichnung mit aller Schärfe hervortritt.

Der Schweispacken für den Eisenband-Damast wird nach Fig. 3, derjenige für Stahlband-Damast nach Fig. 4 gebildet.

---

[1]) Nach gütiger Mitt. d. Herrn Professor Holzer in Lüttich.

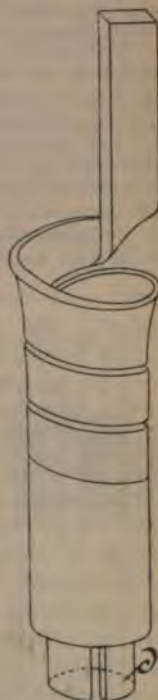
Die geschweissten und ausgestreckten Stäbe werden nun glatt, oder nachdem sie um ihre Achse schraubenartig gedreht sind, auf dem Ambos zu einem etwa 2 *cm* breiten, in der Dicke nach der Stärke des Laufs sich richtenden Bande zusammengeschweisst, bezw. ausgeschmiedet und aus diesem Bande der Gewehrlauf auf folgendem Wege erzeugt:

Zunächst bildet man aus 1 *mm* dickem Blech das Futter *dd*, Fig. 5, ebenso lang, wie der Lauf werden soll, indem man das Blech kalt um einen runden Dorn zusammenbiegt. Das Damastband wird auf dieses röhrenförmige Futter in warmem Zustande gewunden, so dass die einzelnen Windungen dicht aneinander liegen, dann die Stossfugen auf kurzen Strecken unter raschen, leichten Hammerschlägen geschweisst.

In dem gleichförmigen Ausstrecken und besonders dem Schweissen des Damastbandes, dessen Stossfugen nur als haarscharfe Linien die entstehenden Figuren saumartig begrenzen dürfen, beruht die eigentliche Handfertigkeit des Damastschmiedes. Es müssen bei der Arbeit nicht nur die Hammerschläge sozusagen abgewogen werden, um die Zeichnungen durchgehends in derselben Grösse zu erhalten, sondern auch die einzelnen Hitzen müssen mit grösster Sorgfalt geregelt werden, damit weder ein Riss — durch unvollkommenes Schweissen — noch eine Brandstelle — durch zu grosse Hitze — auf dem Laufe entsteht.



Fig. 5.


Fig. 6.

Insbesondere entstehen die gebräuchlichen Damastarten auf folgenden Wegen:

α. Eisenband-Damast. Schweisspacken nach Fig. 3. Der Lauf wird aus einem einzigen Stabe (Fig. 6) hergestellt und die durch farbige Beize (s. w. u.) hervorgerufene Zeichnung zeigt in stetigen Windungen ein gleichlaufendes, hell und dunkles Geäder.

β. Stahlband-Damast. Schweisspacken nach Fig. 4 aus 14 Eisen- und ebensoviel Stahllagen gebildet. Die ausgewalzten Stäbe werden so zusammengeschweisst, dass die schmalen Seiten der einzelnen Schichten auf der Oberfläche des Damastbandes erscheinen. Der Lauf sieht aus, als ob er aus schraubenartig nebeneinander gelegten, sehr feinen Drähten gebildet wäre. Das Aneinanderschweissen dreier Stäbe vor dem Aufwickeln geschieht nur, um ein breiteres Band und die nötige Zahl der Windungen zu erhalten.

γ. Englischer Damast. Drei Stäbe der vorigen Art, welche so zusammengeschweisst und ausgeschmiedet werden, dass die Schichten mit der Breitseite gleichlaufend sind, werden durch Stauchen in einen dickeren Stab etwa quadratischen Querschnitts verwandelt, zwei solcher Stäbe zusammengeschweisst und ausgeschmiedet u. s. w. Da bei dem Stauchen Ausbauchungen der Schichtenlagen, beim Strecken ein Niederdrücken der Ausbauchungen stattfand, so besteht das schliesslich erzielte Geäder aus Augen und wellenförmigen Linien.

δ. Boston-Damast. Hält man einen vierkantigen Stab an einem Ende fest und dreht das andere Ende um seine Achse, so entsteht eine viergängige Schraube, deren Ganghöhe durch längeres Drehen im warmen Zustande beliebig

klein gemacht werden kann. Solche seilartige gedrehte Stäbe (Fig. 7), von denen einer links-, der andere rechtsdrähtig ist, schweisst man paarweise zusammen und streckt sie zu einem flachen Bande aus, welches in oben erwähnter Weise um das Futter gewunden wird. Durch das Flachschmieden werden die Windungen mehr in eine Ebene gelegt (vergl. S. 41), so dass geschlossene Figuren (Röschen) entstehen, welche wegen der Rechts- bezw. Linksdrehung der Stäbchen einander schräg gegenüber liegen.

ε. Türkischer oder Rosen-Damast. Derselbe unterscheidet sich von dem vorigen nur durch geringere Ganghöhe des Schraubengewindes und dadurch, dass bis 6 Stäbe für das Band verwendet werden, sowie der Draht des Gewindes nach Fig. 8 abwechselt. Wenn 6 Stäbe benutzt werden, so beträgt der Abstand zweier Schraubengänge nur $^1/_3$ *mm*, die Ganghöhe 2 *mm*; die Zeichnung erscheint denn auch in den feinsten Röschen in schönster Wiederkehr geordnet.

ζ. Bernard-Damast. Schweisspacken nach Fig. 1. Die auf 8 *mm* Dicke ausgewalzten Stäbchen werden nach Fig. 9 seilartig gewunden, dann zu dreien oder mehreren verschweisst und zu einem Bande ausgeschmiedet. Die entstehende Zeichnung hat Ähnlichkeit mit demjenigen des Damastgewebes. Durch andere als die schachbrettartige Anordnung der Stücke im Schweisspacken kann die Zeichnung mannigfach verändert werden.

Selbstverständlich lässt der fertig geschmiedete Lauf den Damast nicht sichtbar werden, vielmehr tritt die



Fig. 7.

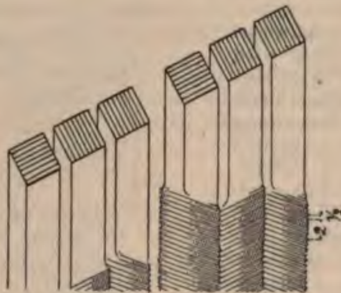


Fig. 8.



Fig. 9.

dunklere Färbung des Stahles gegenüber der hellern des Schmiedeisens erst nach Blankmachen des Laufs hervor.

Da aber die Zeichnung durch den Gebrauch des Laufes bald verschwindet, so macht man sie wohl durch Ätzen oder Beizen (S. 40) dauerhafter.

Das Ätzen findet durch ein schwach angesäuertes Bad, worin man den Lauf so lange liegen lässt, bis der, der Säure besser widerstehende Stahl etwa $^1/_2$ *mm* über dem Schmiedeisen sich erhebt. Nach dem Reinigen erscheint dann die Zeichnung in Silber auf grauem Grunde, indem nur die aus Stahl bestehenden Erhabenheiten das Licht für das Auge angenehm zurückwerfen.

Mehr als das Ätzen ist die Behandlung mit farbiger Beize (s. w. u. unter äussere Vollendung der Metallarbeiten) im Gebrauch, da sie den Lauf besser vor dem Rosten schützt, sowie, in einem rötlichbraunen Thon gehalten, ihm gleichzeitig ein bronzeartiges Aussehen giebt.

2. Kupfer.[1])

Das Kupfer ist von bekannter roter Farbe und von dichtkörnigem oder feinzackigem (an geschmiedeten Stücken undeutlich sehnigem oder faserigem) Bruche, nimmt durch Polieren einen schönen Glanz an, und hat einen starken Klang. Seine Härte ist viel geringer als jene des Schmiedeisens, seine Dehnbarkeit ausgezeichnet gross. Es eignet sich daher trefflich, selbst im kalten Zustande, zur Bearbeitung mit dem Hammer. Je reiner das Kupfer ist, desto weicher und dehnbarer zeigt es sich, und zwischen dem Kupfer verschiedener Länder ist hierin ein bedeutender und wichtiger Unterschied. Gutes Kupfer muss sich sehr oft hin und her biegen lassen, bevor es abbricht. Die Schmelzhitze des Kupfers beträgt etwa 1100°. Im Schmelzen zeigt das Kupfer eine grünliche Farbe. Zu Gusswaren taugt es wenig, denn es liefert nicht leicht dichte, sondern meist blasige, bezw. poröse Güsse, besonders wenn es zu heiss gegossen wird; gegossene Platten und Stäbe können auf diese Weise untauglich zur Bearbeitung unter dem Hammer oder unter Walzen werden, weil die im Innern entstandenen Höhlungen zu unganzen Stellen Anlass geben. Dieser Fehler wird durch eine kleine Beimischung (z. B. 1 %) von Zink oder Zinn aufgehoben, und man bedient sich daher eines solchen Zusatzes oft in den Fällen, wo man Kupfer durch Guss verarbeiten muss. An der feuchten Luft läuft das Kupfer an, und überzieht sich endlich mit einer Schicht kohlensaurem Kupferoxyd, fälschlich Grünspan genannt, welche, nachdem sie eine gewisse Dicke erlangt hat, das unter ihr liegende Metall vor weitergehender Veränderung schützt. Im Feuer, bei Luftzutritt, erhält es lebhafte Regenbogenfarben (der Reihe nach: goldgelb, karmesinrot, veilchenblau, dunkelblau, hellblau, meergrün), später einen braunroten Überzug (Kupferoxydul), der allmählich fast schwarz wird (Kupferoxyd) und beim folgenden Hämmern oder Biegen, sowie beim Ablöschen des glühenden Kupfers in Wasser, in Schuppen abfällt (Kupferasche, Kupferhammerschlag). Das Einheitsgewicht des Kupfers beträgt 8,58 bis 8,96, je nachdem das Metall von verschiedener Reinheit, roh gegossen, oder zu Blech, Draht u. s. w. verarbeitet ist. Die Reissfestigkeit des Kupfers ist bedeutend, obgleich sie jene des guten Schmiedeisens nicht erreicht; sie wurde für 1 *qmm* Querschnitt gefunden: bei gegossenem Kupfer zu 13 bis 26 *kg*, bei gehämmertem oder gewalztem zu 18 bis 26 *kg*, bei hartgezogenem Drahte zu 27 bis 51 *kg*, bei geglühtem Drahte zu 22 bis 23 *kg*. Das im Handel vorkommende Kupfer ist oft mit kleinen Mengen von einigen der folgenden Stoffe verunreinigt: Schwefel (Spuren), Kohlenstoff, Eisen (bis zu 1,64 % gefunden), Antimon (bis 0,22 %), Arsen (bis 0,36 %), Blei (bis 0,25 %), Zinn, Zink, Wismut (bis 0,18 %), welche sämtlich die Eigenschaft haben, die Dehnbarkeit desselben, und zwar in der Glühhitze mehr als bei gewöhnlicher Temperatur, zu vermindern. Eine andere, häufig

[1]) Das Kupfer und seine Legierungen. Von C. Bischoff. Berlin 1865. Bolley-Stölzel, Metallurgie, Braunschweig 1863—86, S. 608.

vorkommende Verunreinigung ist die mit eingemengtem Kupferoxydul, wodurch umgekehrt das Kupfer in der Kälte mehr als in der Hitze an Dehnbarkeit einbüsst. Der nachteilige Einfluss der oben genannten Stoffe scheint durch jenen des Kupferoxyduls bis zu einem gewissen Grade aufgehoben werden zu können, wenn beiderlei Verunreinigungen zugleich vorhanden sind. Die Beimischung von Oxydul macht das Kupfer zu solchen Gegenständen unbrauchbar, welche sehr feinen Glanz und die grösste Gleichförmigkeit der Masse verlangen (z. B. zu Platten für den Kupferstich); weil dadurch weiche und undichte Stellen (Aschenflecke) entstehen. Beim Schmelzen solchen Kupfers unter einer Schicht Holzkohle erfolgt sehr leicht eine Reduktion des Kupferoxyduls, welche zur Entstehung von Kohlenoxydgas Anlass giebt und damit zu der auffallenden Neigung des Kupfers, mit blasigem Gefüge zu erstarren.

Das Bruchansehen gewährt ein ziemlich sicheres Kennzeichen für die Reinheit und folglich für die Güte des Kupfers. Ganz reines Kupfer zeigt auf den Bruchflächen eine fast rosenrote Farbe, metallischen Glanz und feinzackiges Gefüge, welches durch Schmieden und Walzen unvollkommen sehnig wird. Kupfer, das Kohlenstoff enthält, erscheint mit einer ins Gelbliche spielenden Farbe und grobzackigem, auffallend stark glänzendem Bruche. Die Beimischung von Kupferoxydul in einem Kupfer, welches übrigens rein ist, bewirkt ein ziegelrotes oder gar bräunlichrotes, sehr dicht- und feinkörniges, mattes Ansehen der Bruchflächen. Das Kupfer aber, welches mit Oxydul und zugleich mit fremden Metallen verunreinigt ist, gleicht oft so sehr dem ganz reinen, dass es von diesem im Ansehen nicht mit Sicherheit unterschieden werden kann. — Auf das Einheitsgewicht des Kupfers hat dessen Reinheit mehr Einfluss als die Verdichtung durch mechanisches Bearbeiten; das reinste Kupfer hat, unter übrigens gleichen Umständen, das grösste Einheitsgewicht. Man hat gefunden:

Gegossenes, mit Blasen im Innern	7,720	bis	8,535
„ mehr oder minder porös	8,585	„	8,825
„ ganz dicht im Bruche	8,885	„	8,958
Geschmiedetes	8,935	„	8,944
Draht	8,916	„	8,952
Galvanoplastisch gefälltes Kupfer	8,900	„	8,914
Blech	8,794	„	8,966
Münzen	8,716	„	8,965

Folgende Beobachtungen betreffen ausschliesslich sehr reines Kupfer und zeigen den geringen Einfluss der Bearbeitung:

Gegossen	8,921
„ und durch Druck einer Wasserdruck-Presse möglichst verdichtet	8,930
Geschmiedete Stange	8,944
Dicker Draht	8,945
Dünnerer Draht	8,946

Ferner eine andere Reihe:

Ein starker Draht	8,933
Derselbe zu Blech ausgehämmert	8,944
Derselbe zu ganz dünnem Bleche ausgewalzt und dann noch stark gehämmert	8,952

Andere Beobachtungen haben sogar eine Verminderung der Dichtigkeit durch mechanische Bearbeitungen (z. B. von 8,879 auf 8,855 durch 50 Hammerschläge) ergeben und eine Zunahme derselben durch Ausglühen und langsames Erkaltenlassen.

In den gewöhnlich zum Ausschmelzen des Kupfers angewendeten Erzen ist dasselbe mit Schwefel verbunden und noch mit grösseren oder

geringeren Mengen anderer schwefelhaltiger Metalle gemischt oder gemengt, vorzüglich mit Eisen, Blei, Arsen, Antimon, Silber u. s. w.

Das Ausbringen des Kupfers[1]) ist ein sehr zusammengesetzter Vorgang, weil es schwer hält, die fremden Beimischungen von dem Kupfer vollständig zu trennen, und dieses schon durch geringe Verunreinigungen erheblich an Dehnbarkeit, folglich an Brauchbarkeit, verliert. Die Aufbereitung der Kupfererze, d. h. ihre Trennung von einem Teile der Gangart, und die Vergrösserung des Metallgehaltes, geschieht teils bloss durch Handscheidung und Siebsetzen (I, S. 505), teils noch überdies durch Pochen und Waschen. Die schwefelhaltigen Erze werden hierauf geröstet (um Schwefel und Arsen teils zu oxydieren, teils zu verflüchtigen) und sodann mit Zuschlägen (Kalk, Flusspat, alten Kupferschlacken u. s. w.) in Schachtöfen, welche den Eisenhohöfen sehr ähnlich, aber nur 1,8 bis 6 *m* hoch sind, geschmolzen. Der Zweck dieses ersten Schmelzens (des Erzschmelzens, Rohschmelzens, der Roharbeit) ist die Verschlackung der Bergart und des durch die Röstung oxydierten Eisens, und die Absonderung des Metallgehaltes. Letzterer wird, nach Entfernung der obenauf schwimmenden Schlacken (Rohschlacken), als eine Masse (Rohstein, Kupferstein) erhalten, in welcher das Kupfer (8 bis 33 %, betragend) mit Eisen (33 bis 62 %), Schwefel (23 bis 29 %) und kleinen Mengen anderer im Erze enthalten gewesener Metalle verbunden ist. Meistens (namentlich wenn die Kupfererze sehr unrein sind) wird der Rohstein nach vorausgegangener neuer Röstung abermals geschmolzen, mit der Absicht, noch nicht das Kupfer zu reduzieren, sondern nur den Stein von einem Anteile der fremden Beimischungen zu befreien, wodurch der Kupfergehalt vergrössert, konzentriert wird. Deshalb heisst dieses Schmelzen die Konzentrations-Arbeit (das Spuren) und das Erzeugnis, ein noch immer unreines Schwefelkupfer, der Konzentrationsstein, Spurstein. Dieser (oder, bei reineren Erzen, sogleich der Rohstein) wird nunmehr einer starken und oft wiederholten Röstung unterzogen, um Kupfer und Eisen zu oxydieren; dann aber wieder geschmolzen (Rohkupferschmelzen, Schwarzmachen). Das oxydierte Eisen geht hierbei in die Schlacke (Schwarzkupferschlacke); das Kupfer wird reduziert und als eine spröde, gelbrote, manchmal fast weisse Metallmasse (Rohkupfer, Schwarzkupfer, Blasenkupfer, Gelfkupfer) abgeschieden, welche nebst 60 bis 95 % Kupfer noch Eisen, Schwefel, Antimon, Arsen, Blei, Zink u. s. w. enthält; zugleich fällt in grösserer oder geringerer Menge ein neuer Stein, Dünnstein oder Lech genannt, worin 50 bis 60 % Kupfer, 15 bis 30 % Eisen, 20 bis 25 % Schwefel etc. Das Rohkupfer wird durch das Garmachen weiter gereinigt, indem man es in dem Garherde, besser in einem Flammofen (Spleissofen) einschmilzt, und durch die Wirkung des auf die Oberfläche blasenden Windes den Schwefel ver-

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1838, Bd. 9, S. 1.
Br. Kerl, Beschreibung der Oberharzer Hüttenprozesse, Clausthal 1852, S. 165, 225, 249.
Br. Kerl, Die Rammelsberger Hüttenprozesse, Clausthal 1854, S. 70.

brennt und die fremden Metalle oxydiert, wobei die sich bildende Schlacke (Garschlacke) immerfort abfliesst. Nach erlangter Gare wird das Kupfer, indem man dessen Oberfläche durch Besprengen mit Wasser zum Erstarren bringt, in dünnen, runden Scheiben (Rosetten) abgehoben. Man nennt diese Arbeit das Scheibenreissen oder Spleissen.

In England (Wales) werden sowohl die Röst- als die Schmelzarbeiten durchaus in Flammöfen vollführt, und es ist daselbst gebräuchlich, beim Garmachen mehrmals eine hölzerne Stange in das flüssige Kupfer zu stecken (Polen), wodurch ein Aufwallen bewirkt und mittels der entwickelten Gase das gebildete Kupferoxydul reduziert wird.

Das Garkupfer, Scheibenkupfer oder Rosettenkupfer ist schon Handelsware; es besitzt aber sehr oft nicht vollkommen den Grad der Dehnbarkeit, welcher zur Bearbeitung unter dem Hammer oder unter Walzen erforderlich ist; der Grund hiervon liegt teils in einem Gehalte (1 bis 2 %) fremder Metalle, teils darin, dass durch die Wirkung des oxydierenden Windstromes beim Garmachen das Kupfer mehr oder weniger eine Beimischung von Kupferoxydul (zuweilen bis 3 % und darüber) erhalten hat. Von dieser muss es vor der wirklichen Bearbeitung in den Fabriken selbst, welche die Verarbeitung vornehmen, durch Umschmelzen zwischen Kohlen in einem Herde (das Hammergarmachen) gereinigt, d. h. hammergar hergestellt werden. Wird das Kupfer zu lange oder bei zu starkem Winde geschmolzen, so erzeugt sich wieder Oxydul in demselben und es erlangt den Fehler von neuem, von welchem es gerade befreit werden sollte (es wird übergar). Das hammergare Kupfer wird in eisernen, mit Thon bestrichenen Formen zu dicken Platten (Hartstücken) gegossen, welche man noch dunkelrot glühend unter einen Hammer bringt, um sie durch denselben etwas zu verdichten und zur ferneren Bearbeitung vorzubereiten (das Abpochen).

In übergarem Kupfer hat man 10 bis 18 % Kupferoxydul angetroffen. Wird die zur Reduktion des Oxyduls dienende Einwirkung der Kohle zu weit getrieben, so nimmt das Metall Kohlenstoff auf (zu junges Kupfer). Begreiflich schliessen diese beiden Fehler sich gegenseitig aus.

In den Handel gelangt das Kupfer: a) als Rosettenkupfer (s. oben). Die Rosetten haben 30 bis 60 *cm* Durchmesser, auf der untern Fläche eine (durch das Losreissen von der noch flüssigen Kupfermasse entstandene) löcherige und zackige Beschaffenheit, und sind karmesinrot angelaufen. Man hält es für ein Zeichen von Reinheit (also Güte) des Kupfers, wenn sie sehr dünn (2 *mm* und noch etwas weniger) ausfallen; b) als Platten- und Barrenkupfer, d. h. in starken gegossenen Blöcken und Stäben von z. B. 45 *cm* Länge, 8 bis 30 *cm* Breite, 5 bis 7 *cm* Dicke. — Zur Verwendung für die Messingdarstellung wird das (alsdann nicht hammergar gemachte) Kupfer durch Eingiessen in Wasser gekörnt; giesst man es in ruhiges heisses Wasser, so fallen die Körner (Kupfer-Granalien) rundlich aus; giesst man es aber in fliessendes kaltes Wasser, so sind sie federähnlich.

Für feinere Arbeiten wird das hammergare Kupfer in einem höheren Grade der Reinheit dargestellt, indem man es noch einmal in einem Flammofen so lange bei Luftzutritt in Fluss erhält, bis die beigemischten fremden Metalle oxydiert und in Schlzcke verwandelt sind. Nach dieser Behandlung befindet sich das Kupfer in einem sehr übergaren Zustande, d. h. es enthält viel Kupferoxydul, von welchem man es durch eine letzte Schmelzung im Fammofen oder (mit Zusatz von Kohlenpulver) in Tiegeln befreit. Das Reinigen verursacht einen grossen Abgang von Metall, daher das Erzeugnis hoch im Preise steht.

Die beschriebene Art, das Kupfer aus den Erzen darzustellen und zu reinigen, ist — mit mehreren örtlichen Abweichungen — in Deutschland allgemein gebräuchlich. In England stellt man das Kupfer schon auf den Kupferhütten hammergar her, statt, wie in Deutschland, das Hammergarmachen denjenigen Werken zu überlassen, welche sich mit der Verarbeitung des Kupfers beschäftigen.

Arme Kupfererze werden auf nassem Wege verarbeitet, indem man nach verschiedenen Röstungen eine Auslaugung vornimmt und das Kupfer aus der Lauge durch Fällen gewinnt. Die elektrolytische Darstellung des metallischen Kupfers aus Laugen scheint der Einführung der nassen Verfahren sehr förderlich zu sein.

3. Zink.[1])

Dieses Metall ist von grauweisser, ins Bläuliche ziehender Farbe, von grobblätterigem, stark glänzendem Bruche, von geringer Härte, aber schwer zu feilen, weil die Feilspäne sich zwischen die Zähne der Feile hineinstopfen und dieselben unwirksam zu machen, daher leichter durch die Raspel oder eine Feile mit einfachem Hiebe (I, S. 396) zu bearbeiten. Geschmolzen und wieder erkaltet ist es spröde und wird nicht nur durch starke Hammerschsäge zertrümmert, sondern lässt sich, in dünnen Stücken, mit der Hand brechen. Ein langsamer Druck (durch Walzen) dagegen dehnt das Metall und zerstört sein blättriges Gefüge gänzlich, wodurch es zuletzt in einem bedeutenden Grade dehnbar wird, hauptsächlich wenn die Bearbeitung vorgenommen wird, während das Zink bis auf ungefähr 120 oder 150° C. erhitzt ist. Bei höherer Temperatur (200° C.) ist es wieder so spröde, dass es im Mörser zu Pulver gestossen werden kann. Es hängt übrigens die Dehnbarkeit des Zinks nicht allein von der Temperatur ab, bei der dasselbe verarbeitet wird, sondern auch von dem Hitzegrade, in welchem es geschmolzen und ausgegossen wurde: es zeigt sich am geschmeidigsten, wenn es beim Ausgiessen eben nicht heisser war, als zum flüssigen Zustande durchaus erforderlich ist; deshalb empfiehlt sich das Verfahren mehrerer Zinkhütten, dem geschmolzenen Metalle unmittelbar vor dem Ausgiessen Stücke ungeschmolzenen Zinks zuzusetzen, welche dessen Temperatur erniedrigen. Eine Hitze von etwa 416° C. (welche etwas geringer ist, als der Anfang des Glühens) bringt das Zink zum Schmelzen; starke Rotglühhitze verwandelt es in Dampf (Kochpunkt etwa 900° C.), so dass es destilliert werden kann; beim Weissglühen an der Luft verbrennt es mit grünlichweisser Flamme, unter Ausstossung eines weissen flockigen Rauches von Zinkoxyd (Zinkblumen). Das Einheitsgewicht des käuflichen (mehr oder weniger mit anderen Metallen verunreinigten) Zinks schwankt zwischen 6,85 und 7,10, steigt aber durch die Verarbeitung zu Blech

[1]) Prechtl, Techn. Encyklopädie, 1869, Ergänzungsband 5, S. 418. Bolley-Stölzel, Metallurgie, Braunschweig 1863—86, S. 748.

und Draht bis auf 7,2 und selbst 7,3. Seine Reissfestigkeit ist gering und beträgt (für 1 *qmm*) im gegossenen Zustande nur ungefähr 2 *kg*, bei Draht und Blech dagegen 13 bis 15 *kg*. Man sieht, wie ungünstig das kristallinische Gefüge des gegossenen Zinks für dessen Festigkeit ist, daraus, dass der Bruch jedesmal nach dem Laufe der Blätter erfolgt. Die Einwirkung von Luft und Wasser, vorzüglich aber jene der Säuren, verträgt das Zink nicht, ohne sich mehr oder minder schnell zu oxydieren oder aufzulösen; daher wird es bei der Anwendung zu Dachdeckungen, Wasserbehältern u. s. w. allmählich zerstört, und ist zu Kochgefässen oder Essgeräten ganz unanwendbar. Doch verschafft ihm seine Wohlfeilheit ziemlich ausgebreitete Anwendung zu Blecharbeiten (Badewannen, kleineren Klempnerwaren, Dachbekleidungen u. s. w.), sowie zu verschiedenen Gusswaren; am wichtigsten ist es jedoch zur Bereitung einiger Metallmischungen, besonders des Messings.

Bei länger dauerndem Schmelzen unter Luftzutritt, besonders in starker Hitze, scheint das Zink etwas von dem auf seiner Oberfläche entstandenen Oxyde aufzunehmen; es wird dickflüssig und ist nachher schwieriger zu bearbeiten (verbranntes Zink). Man kennt kein Mittel, diesen fehlerhaften Zustand zu beseitigen.

Kohlenstoff und Schwefel scheinen in dem Zink des Handels niemals vorzukommen; dagegen findet sich eine Beimischung von Blei ($^1/_3$ bis $2^1/_2$ %) jederzeit, und etwas Eisen (bis höchstens $^1/_4$ %) sehr gewöhnlich. Der Bleigehalt allein macht das Zink geschmeidiger, vermindert aber seine Festigkeit; Eisengehalt allein erhöht die Härte und verringert ebenfalls die Festigkeit; am schädlichsten wirken Blei und Eisen, wenn sie beide zugleich vorhanden sind, in welchem Falle das Zink leicht zur Darstellung eines guten (das Biegen und Falzen aushaltenden) Bleches untauglich wird.

Das Zink findet sich in der Natur teils an Schwefel, teils an Sauerstoff gebunden; seine Abscheidung aus den betreffenden Erzen erfolgt durch eine Röstung und eine nachfolgende Verdampfung in Gegenwart von Kohle, wobei das Zink durch die Kohle vom Sauerstoffe getrennt wird und sich in Dämpfen verflüchtigt, welche durch Abkühlung in einer Vorlage zu flüssigem Zink verdichtet werden. Die Hitze bei diesem Vorgang muss Weissglühhitze sein.

Die Verdampfungsgefässe sind von feuerfestem Thon verfertigt, und werden durch Flammenfeuer erhitzt. In Schlesien und Polen haben sie die Gestalt grosser flacher Muffeln, welche mit ihrem schmalen Boden auf dem Herde des Zinkofens ruhen und an allen Seiten von der Flamme berührt werden. Die Muffeln befinden sich in einem Ofen, und jede fasst 25 bis 50 *kg* oder mehr des Gemenges, welches aus Erz mit $^1/_4$ bis $^1/_3$ Kohle besteht. Von einem Ende jeder Muffel führt eine thönerne Röhre in ein ebenfalls thönernes Gefäss, welches als Vorlage dient. — In England sind die Verdampfungsgefässe grosse runde Tiegel, deren 6 bis 8 in einem runden oder viereckigen Ofen stehen, und welche mit einem Deckel dicht verschlossen werden. Aus dem Innern eines jeden Tiegels geht durch dessen Boden senkrecht eine Röhre hinab, aus welcher das Zink in ein untergesetztes Gefäss tropft. — In Lüttich wendet man schräg liegende, in Kärnten aufrecht stehende thönerne Röhren als Verdampfungsgefässe an.

Verschiedentlich, aber mit wenig Erfolg, ist versucht worden, die Zinkdarstellung ohne Tiegel, Muffeln oder Röhren, in einem Schachtofen durch unmittelbare Einwirkung des Feuers auf die Erzbeschickung, zu bewerkstelligen.[1]

---

[1]) D. p. J. 1839, **74**, 297 m. Abb.; 1855, **138**, 275 m. Abb.

Das erhaltene rohe Zink (**Werkzink, Tropfzink**) ist mechanisch mit Zinkoxyd, Kohle und Thonteilen verunreinigt. Man schmilzt es in thönernen Tiegeln oder in gusseisernen Kesseln (wodurch aber das Zink etwas eisenhaltig wird), und schöpft es mit geschmiedeten eisernen Kellen in gusseiserne Formen, worin es die Gestalt von Platten oder breiten Stäben annimmt (**Rohzink, Kaufzink**). Durch ein nochmaliges Umschmelzen bei möglichst gelinder Hitze, auf dem von feuerfestem Thon gebildeten Herde eines Flammofens, entsteht aus dem Rohzink das **gereinigte Zink**.

Für die Anwendung des Zinks zu Gussarbeiten sind verschiedene Mischungen desselben mit anderen Metallen (**Zinklegierungen**) empfohlen worden, welche nicht den grob kristallinischen Bruch haben und daher weniger spröde sind, sich weniger leicht oxydieren als reines Zink, und besser gefeilt werden können, da die Feilspäne nicht den Hieb der Feile zustopfen. Hierher gehören die Zusammensetzungen: a) mit Kupfer (1 bis 12 Teile in 100 Teile); b) mit Gusseisen ($^1/_4$ bis 2 in 100); c) $91^1/_2$ Zink, 8 Kupfer, $^1/_2$ Gusseisen; oder 97 Z., $2^1/_2$ K., $^1/_2$ G.; d) 91 Zink, 8 Kupfer, 1 Blei; e) 90 Zink, 8 Kupfer, 1 Gusseisen, 1 Blei; f) 68 Zink, 21 Zinn, 11 Kupfer; g) 63 Zink, 11 Zinn, 20 Blei, 6 Kupfer; h) 70 Zink, 12 Zinn, 11 Blei, 7 Kupfer. — 8 Zink, 1 Kupfer, 1 Gusseisen geben ein Gemisch fast so hart wie Schmiedeisen, leicht zu feilen und zu drehen, gut zur Giesserei geeignet, nicht rostend, durch diese Eigenschaften und seine Wohlfeilheit statt der Bronze zum Bildsäulenguss empfehlenswert (**weisses Messing**). — Weisse Legierungen, welche kalt zu Blech ausgewalzt werden können, sind folgende: a) 50 Zink, 48 Zinn, 3 Kupfer, 1 Eisen; oder $33^1/_2$ Zink, 64 Zinn, $2^1/_4$ Kupfer, $1^1/_4$ Eisen (K. und E. zuerst geschmolzen, dann Zinn, zuletzt Zink hinzugesetzt); b) 66 Zink, 32 Zinn, 3 Antimon; oder 80 Zink, $19^1/_2$ Zinn, $2^1/_2$ Antimon. — Das sogenannte *antifriction metal* der Engländer (zu Zapfenlagern bei Maschinen) wird aus 17 Zink, 2 Antimon, 1 Kupfer, oder aus 76 Zink, 18 Zinn, 6 Kupfer, oder aus 80 Zink, $14^1/_2$ Zinn, $5^1/_2$ Kupfer zusammengesetzt; mit der letztgenannten dieser Mischungen stimmt fast genau diejenige überein, welche man erhält, wenn 32 Kupfer, 15 Zinn, 1 Messing zusammengeschmolzen, dann von diesem Gemisch 2 Teile mit 19 Teilen Zink und 3 Teilen Zinn verbunden werden. — Zu **Kattundruckwalzen** hat man auf folgende Weise (statt Messings) eine Zinkmischung bereitet: 24 Zink geschmolzen, dazu eine vorläufig bereitete Legierung von 3 Blei und 3 Antimon gesetzt, auch 12 geschmolzenes Kupfer, endlich 12 Zinn beigemischt, in Barren gegossen, diese von neuem geschmolzen und mit einer Legierung aus 24 Zink und 12 Zinn vereinigt. Wenn keine Schmelzabgänge (durch Verflüchtigung und Oxydation) stattfänden, würde die fertige Masse auf 16 Zink, 8 Zinn, 4 Kupfer, 1 Blei, 1 Antimon enthalten. Nach der Analyse bestand dasselbe aus 78,24 Zink, 15,78 Zinn, 5,61 Kupfer (99,63).

4. Zinn.[1]

Die schöne, fast der des Silbers gleichkommende weisse Farbe, die Unveränderlichkeit bei der Einwirkung von Luft, Wasser und verdünnten Säuren, die grosse Dehnbarkeit und die grosse Tauglichkeit zu Gusswaren empfehlen das Zinn zu vielen Anwendungen sehr; leider ist es aber ziemlich selten, und daher für eine ganz allgemeine Anwendung zu hoch im Preise. Das Zinn nimmt einen hohen Glanz an, verliert

[1] **Prechtl**, Techn. Encyklopädie, 1869, Ergänzungsband 5, S. 439. **Bolley-Stölzel**, Metallurgie, Braunschweig 1863—86, S. 810.

ihn aber durch den Gebrauch bald, weil es sich wegen seiner Weichheit abnutzt; es besitzt ein faseriges Gefüge und wenn es rein ist, einen unebenen, wie geflossen aussehenden Bruch, der bei unreinem Zinn mehr körnig oder hakig erscheint. Es ist aus demselben Grunde wie das Zink (S. 49) besser mit der Raspel als mit der Feile zu bearbeiten, lässt sich aber leicht schaben. Beim Biegen knirscht es desto stärker, je reiner es ist (der Zinnschrei), und bricht nicht ab. Lange vor dem Glühen (schon bei 239° C.) schmilzt das Zinn, und bedeckt sich dabei, wenn die Luft einwirken kann, mit einer grauen zum Teil in Regenbogenfarben spielenden Haut, welche aus Zinnoxyd und metallischem Zinn gemengt ist (Zinnkrätze); fortgesetzes Glühen unter Luftzutritt verwandelt das Zinn vollständig in gelblichweisses Zinnoxyd (Zinnasche). Wenn man geschmolzenes Zinn auf eine Fläche ausgiesst, so zeigt es im reinen Zustande nach dem Erstarren einen hellen, spiegelartigen Glanz; nur wenn es unrein ist, eine matte, mehr graue Oberfläche. Bis nahe zum Schmelzen erhitzt, wird das Zinn spröde; erhitzt man daher ein grösseres Stück, bis es an den Kanten abzutropfen anfängt, und schlägt dann schnell und kräftig mit dem Hammer darauf, so zerfällt es in Teile, deren Bruchflächen ausgezeichnet faserig oder mit einem Anschein von Kristallisation aus vieleckigen groben Körnern zusammengesetzt sind. Man kann dieses Verfahren anwenden, um dicke Zinnstücke zu zerteilen. Reines Zinn hat ein Einheitsgewicht von 7,29, welches durch Hämmern und Walzen auf 7,30 bis 7,47 vergrössert wird. Das käufliche Zinn enthält öfters etwas Antimon und sehr wenig Arsen, wodurch sein Einheitsgewicht bis auf 7,05 sinken kann; oder Eisen, Kupfer, Wismut, Blei, wodurch es bis 7,58 steigt. Sehr gering ist die Reissfestigkeit des Zinns, welche bei gegossenem Metalle durchschnittlich 4 *kg*, bei Draht 3,6 bis 4,7 *kg* für 1 *qmm* beträgt.

Das Zinn wird, seiner Kostspieligkeit wegen, sehr gewöhnlich mit Blei vermischt verarbeitet. Es wird durch diesen Zusatz schwerer und, wenn das Blei weniger als das Doppelte von der Menge des Zinns beträgt, zugleich schmelzbarer.

Auf 100 Teile Zinn	Einheitsgewicht	Schmelzpunkt	Auf 100 Teile Zinn	Einheitsgewicht	Schmelzpunkt
16²/₃ Teile Blei	?	194° C.	179 Teile Blei	9,433	235° C.
30 " "	7,927	?	200 " "	9,554	?
33¹/₃ " "	7,994	?	233 " "	9,640	?
40 " "	8,109	?	250 " "	9,770	243 "
45 " "	8,234	187 "	268 " "	9,797	246 "
50 " "	8,267	?	300 " "	9,939	?
60 " "	8,408	181 "	358 " "	10,052	270 "
66²/₃ " "	8,497	?	536 " "	10,331	283 "
90 " "	8,726	197 "	715 " "	10,595	292 "
100 " "	8,864	?	880 " "	10,751	?
119 " "	9,038	210 "	1072 " "	10,815	?
125 " "	9,270	?			

Das mit Blei gemischte Zinn eignet sich besser zum Giessen a[illegible] reines Zinn (Feinzinn), weil jenes die Formen genauer ausfüllt; ab[illegible] es verliert durch die Vermischung seine schöne weisse Farbe, läuft [illegible]

der Luft an, wird weicher und, wenn es viel Blei enthält, bei der Anwendung zu Speisegeräten der Gesundheit nachteilig. (Essig löst bei längerer Berührung mit bleihaltigem Zinn stets Zinn und Blei zugleich auf und zwar annähernd in demselben Mengenverhältnisse, wie es in der Mischung enthalten ist; die Menge des Aufgelösten überhaupt ist desto beträchtlicher, je bleihaltiger das Zinn.)

Das Probezinn enthält nach gesetzlicher Vorschrift in Österreich auf 10 Teile Zinn 1 Teil Blei; in Hannover auf 6 Teile Zinn 1 Teil Blei (Probe zum Sechsten) oder auf 10 Teile Zinn 1 Teil Blei (Probe zum Zehnten, Kronzinn); in Preussen auf 4, in Würtemberg auf 9 oder 4 Teile Zinn 1 Teil Blei. In Frankreich darf zu Gefässen für Speisen und Getränke das Zinn nicht unter einem Gehalte von 82% (82 Zinn, 18 Blei, wobei das Einheitsgewicht 7,765 ist) verarbeitet werden. — Das zu den Orgelpfeifen angewendete Zinn ist mehr oder weniger mit Blei versetzt; den Gehalt desselben an reinem Zinn (die Lötigkeit) drückt man aus durch die Angabe, wieviel Gewichtsteile Zinn in 14 Teilen des Gemisches enthalten sind. Am meisten wird zu diesen Pfeifen 10 lötiges Zinn (aus 10 Teilen Zinn, 4 Teilen Blei) verarbeitet. Andere bestimmen die Lötigkeit nach dem Gehalte in 16 Teilen, und verarbeiten am gewöhnlichsten 12 lötiges Zinn (aus 12 Zinn, 4 Blei). Die geringhaltigen Mischungen nennt der Orgelbauer Metall; solches Metall ist gewöhnlich 4- oder 5 lötig. — 4 Zinn und 3 Blei ist eine taugliche und gebräuchliche Legierung zu Spielzeug (Soldatenfiguren u. dgl. m.). Leichtflüssiger Mischungen aus Zinn und Blei bedient man sich zum Löten.

Mit einer Legierung aus 29 Zinn und 19 Blei, welche sich durch ihren schönen Glanz auszeichnet, bereitet man die sogenannten Zinnbrillanten oder Fahluner Diamanten (zu Theaterschmuck u. dgl.), indem man entsprechend geschliffene Glasstücke in die geschmolzene, vom Oxydhäutchen gereinigte Metallmischung taucht; bei deren Herausziehen bleibt ein Häutchen hängen, welches nach dem Erkalten von selbst abfällt und äusserlich rauh, innen aber mit spiegelndem Glanze versehen ist und, aus einiger Entfernung gesehen, die Wirkung eines erhabenen geschliffenen Körpers macht.

Ein Gemisch von 62,5 Zinn und 37,5 Blei erstarrt nach dem Schmelzen in der ganzen Masse gleichmässig; ist der Bleigehalt grösser oder kleiner, so sondert sich zuerst ein Teil in Körnern aus und der Rest erstarrt später, so dass für kurze Zeit ein breiartiger Zustand eintritt, wobei das Ganze ein Gemenge zweier verschiedener Legierugen (einer auskristallisierten und einer noch flüssigen) ist.

Man kann den Bleigehalt des Zinns annähernd nach dem Ansehen beurteilen, welches dessen Oberfläche darbietet, wenn man es in einem Tiegel oder eisernen Löffel schmilzt und im Augenblicke, wo es die ersten Spuren der beginnenden Erstarrung zeigt, auf eine Fläche ausgiesst (Zinnprobe). Reines oder sehr wenig bleihaltiges Zinn erscheint dann mit weisser glänzender Oberfläche; 1 Teil Zinn mit $^1/_4$ Teil Blei ist dicht mit nadelförmigen Kristallen bedeckt; 1 Zinn mit $^1/_2$ Blei zeigt grosse runde glänzende Flecken; 1 Zinn mit 1 Blei ebensolche Flecken, aber kleiner und sehr zahlreich; 1 Zinn mit 2 bis $2^3/_4$ Blei einen matten, mit kleinen glänzenden Punkten besäeten Grund; 1 Zinn mit 3 Blei endlich eine ganz matte, fast silberweisse Fläche, auf welcher nur Spuren von feinen glänzenden Punkten erkannt werden können. — Die Mischung von gleichviel Zinn und Blei wird durch die Kante des Fingernagels noch ein wenig geritzt; dies findet nicht mehr statt, wenn das Zinn drei Viertel des Gemisches beträgt. Enthält die Legierung weniger als 15% Blei, so giebt sie auf weissem Papier keinen grauen Strich mehr; die an Blei reicheren Mischungen färben desto stärker ab, je mehr sie Blei enthalten.

An Orgelpfeifen (deren Zusammensetzung aus 96,23 Zinn und 3,77 Blei bestand), in einer etwa 200 Jahr alten Orgel, beobachtete man zahlreiche blasenartige Auftreibungen nach aussen (bis zu fast 40 *mm* Durchmesser und 12 *mm* Höhe), welche äusserst zerbrechlich, auf dem Bruche zinnweiss, glänzend

und von schuppig kristallinischem Gefüge sich zeigten. Sind dieselben etwa den immer wiederholten Erzitterungen der Pfeifen beim Gebrauch zuzuschreiben, so erinnert diese Gefügeänderung an jene des Schmiedeisens unter ähnlichen Umständen (S. 11).

Stark bleihaltigem Zinn giebt man oft durch Zusatz von Antimon mehr Härte und Steifheit, wobei aber die Dehnbarkeit leidet und das Metall leichter schwarz wird (anläuft). Auch kleine Zusätze von Kupfer, Zink, Wismut sind geeignet das Zinn härter zu machen. Für besondere Zwecke bereitet und verarbeitet man eine Menge verschiedener Zinnmischungen mit grösseren Anteilen eines oder mehrerer der genannten Metalle. Das Antimon spielt darin hauptsächlich eine Rolle, und nebst demselben das Kupfer, welches einen noch höheren Grad von Härte erzeugt.

Unter dem Namen Kassiterin wurde zu Küchengeräten und Gefässen aller Art früher eine Legierung von 89,5 Zinn, 5,6 Antimon, 4,2 Kupfer, 0,7 Zink vielfach verwendet.

Ein Beispiel von mit Blei übersetztem Zinn, in welchem das Antimon die Fehler verbessern sollte, ist das in schlechten Speiselöffeln gefundene Gemisch aus 48 Zinn, 48½ Blei, 3½ Antimon (Einheitsgewicht 8,709). Empfohlen hat man: 16 Zinn, 3 oder 4 Blei, 3 oder 4 Zink.

Britannia-Metall ist eine viel angewendete Legierung, woraus Löffel, Thee- und Milchkannen, Leuchter, Salzfässer u. s. w. verfertigt werden, teils durch Guss, teils von gewalzten Platten. Es hat eine bläulichweise Farbe, eine grössere Härte als reines Zinn und lässt sich mit Polierpulvern feinglänzend machen; im Gusse füllt es die Formen sehr gut, wodurch es sich zu verzierten Gegenständen trefflich eignet. Seine Zusammensetzung unterliegt bedeutenden Verschiedenheiten, wie folgende Angaben zeigen: 85,6 Zinn, 10,4 Antimon, 3 Zink, 1 Kupfer; — 100 Zinn, 7 Antimon, 2 Kupfer, 2 Messing; — 45 Zinn, 4 bis 9 Antimon, 1 Kupfer; — 18 Zinn, 6 Antimon, 1 Kupfer; — 20 Zinn, 5 Antimon, 1 Kupfer; — 91 Zinn, 7 Antimon, 1,5 Kupfer, 0,5 Nickel; — 87,5 Zinn, 5 Antimon, 5,5 Nickel, 2 Wismut; — 10 Zinn, 1 Antimon (Einheitsgewicht 7,325 bis 7,361).

Zu weissen Tischglocken (Klingeln) hat man angewendet: 94½ Zinn, 5 Kupfer, ½ Antimon; oder 97⅓ Zinn, 2 Kupfer, ⅔ Wismut; oder auch nur 7 Zinn, 1 Antimon. — Zu Löffeln, Gabeln, Theekannen u. dgl. 85½ Zinn, 14½ Antimon (Métal argentin, Einheitsgewicht 7,23); oder 67,53 Zinn, 17,00 Antimon, 8,94 Zink, 3,26 Kupfer — 3,27 Verlust bei der Analyse (Minofor).

Zapfenlager-Metall (sogenannter Weissguss) zu Zapfenlagern bei Maschinen, Achslagern für Eisenbahnwagen. a) Aus Zinn und Antimon: 3 Teile (auch wohl mehr, bis 5 oder 6 Teile) Zinn, 1 Teil Antimon. Das Antimon wird mit einem dem seinigen gleichen Gewichte Zinn zuerst geschmolzen, dann diese Mischung in das übrige schon flüssige Zinn gegossen und damit zusammengerührt. Einheitsgewicht der Legierung, wenn auf 1 Teil Antimon vorhanden sind: 2,84 Teile Zinn 7,100; 4,74 Zinn 7,140; 9,48 Zinn 7,208; 18,97 Zinn 7,276). — b) Aus Zinn, Blei und Antimon: Man schmilzt 14½ Zinn mit 16 Antimon zusammen und fügt 40 bis 90 Blei hinzu; oder 21 Zinn, 21 Blei, 8 Antimon. — c) Aus Zinn, Antimon und Kupfer, wegen der grösseren Härte selbst unter starkem Drucke, z. B. bei Lokomotiv-Achsen sehr brauchbar; 58 bis 240 Zinn, 16 Antimon, 8 Kupfer; oder (nach abnehmendem Zinngehalte geordnet): 125 Zinn, 11 Antimon, 8 Kupfer; — 96 Z. 8 A. 4 K. (Babbitts Metall).

— 83 Z. 11 A. 6 K. — 82 Z. 11 A. 7 K. — 80 Z. 15 A. 5 K. — 80 Z. 12 A. 8 K. — 76 Z. 17 A. 7 K. — 74 Z. 15 A. 11 K. — 10 Z. 1 A. 3 K. — 3 Z. 4 A. 2 K. Alle diese Zusammensetzungen (unter a, b, c) gewähren durch ihre Leichtflüssigkeit den grossen Vorteil gegen Messing und Bronze, dass man die Zapfenlager um die Zapfen selbst giessen kann, wodurch das Ausbohren oder Ausdrehen erspart wird.

Metall zu den Kolbenringen der Lokomotiven: 18 Zinn, 2 Antimon, 1 Kupfer; oder die schon erwähnte Zusammensetzung aus 125 Zinn, 11 Antimon, 8 Kupfer. — Diese, wie die anderen vorstehenden Mischungen aus Zinn, Antimon und Kupfer, werden auf folgende Weise bereitet: Man schmilzt zuerst das Kupfer, fügt dann das Antimon, hierauf etwa ein Drittel des Zinns hinzu, giesst das wohl umgerührte Gemisch zu dünnen Platten aus, schmilzt diese wieder ein und bringt nun den Rest des Zinns hinein; ohne diese Vorsicht entsteht kein ganz gleichförmiges Gemisch.

Metall zu Perkussions-Zündröhren (Schlagröhren) für Kanonen: 52 Zinn, 38 Blei, 10 Antimon.

Zinn, Blei und Wismut geben leichtschmelzende, vor dem Erstarren nach der Schmelzung breiartig werdende und in diesem Zustande sehr feine Eindrücke annehmende, aber spröde Zusammensetzungen. Das Newton'sche oder d'Arcet'sche Metall, aus 3 Zinn, 5 Blei, 8 Wismut, schmilzt bei 95° C.; das Rose'sche Metall, aus 1 Zinn, 1 Blei, 2 Wismut (Einheitsgewicht 8,906) bei 94° C.; die Legierung aus 2 Zinn, 3 Blei, 5 Wismut, bei 91° C. Alle diese Mischungen eignen sich zu Abklatschungen von Holz- und Messingschnitten für die Buchdruckerei, ganz besonders die zuletzt angeführte. Für die Herstellung von Kattundruck-Formen (im besondern bei Modeldruck-Maschinen) sind angewendet: 1 Zinn, 1 Blei, 1 Wismut; oder 3 Zinn, $2^1/_2$ Blei, 1 Wismut; oder 6 Zinn, 3 Blei, 1 Wismut; oder 48 Zinn, $32^1/_2$ Blei, $10^1/_2$ Wismut, 9 Antimon; — zum Abgiessen von Münzen (in Gipsformen) sowie zum Giessen kleiner Figuren u. dgl. 3 Zinn, 13 Blei, 6 Wismut; — zu Münzen-Abdrücken 1 Zinn, 1 Antimon, 2 Wismut; oder 4 Wismut, $2^1/_2$ Blei, 2 Zinn, 1 Schriftzeug (abgenutzte Buchdruckerlettern) bei möglichst geringer Hitze zusammengeschmolzen.

Pewter. Unter diesem Namen sind (in England) zu Geräten verschiedene Legierungen des Zinns in Gebrauch, welche mehr oder weniger mit schon angeführten übereinstimmen; z. B. 4 Zinn, 1 Blei (*ley pewter*); 6 Zinn, 1 Antimon; — 50 Zinn, 4 Antimon, 1 Wismut, 1 Kupfer (*plate pewter*); — Zinn mit verschiedenen Mengen Zink; — 56 Zinn, 8 Blei, 4 Kupfer, 1 Zink. Das beste Pewter, welches unter dem Namen *tin and temper* vorkommt, ist nur Zinn mit ein wenig Kupfer. Man bereitet eine Legierung (*temper* genannt) aus 1 Teil Kupfer mit 2 Teilen Zinn, und setzt hiervon dem Zinn $^1/_8$ % bis 4% seines Gewichtes zu.

Queen's metal besteht aus 9 Zinn, 1 Blei, 1 Antimon, 1 Wismut. — Weissmetall aus 10 Zinn, 2 Messing, 3 Zink.

Das *potin gris* der Franzosen (woraus Röhren, Hähne, Leuchter, Mörser u.s.w. gemacht werden) enthält Zinn in Verbindung mit Blei, Zink, Antimon, Kupfer, Eisen, nach wandelbaren Mengenverhältnissen; es wird aus Messingabfällen mit Zusatz von Blei und Zinn bereitet.

Dass Metall der Notendruckplatten ist Zinn mit etwas Antimon (z. B. 4 Z. 1 A.); oder eine Zusammensetzung aus 60 Zinn, 34,6 Blei, 5,4 Antimon.

Das einzige Erz, woraus das Zinn gewonnen wird, ist der Zinnstein (Zinngraupen), welcher aus Zinnoxyd besteht, aber gewöhnlich eine Beimengung von Eisenoxyd enthält, und in Begleitung von Kupfer-, Eisen-, Arsen-, Antimon-Erzen, Zinkbleude u. s. w. vorkommt, von denen er möglichst zu trennen ist. Er wird gepocht, geschlämmt, geröstet (um die Verbindungen der fremden Metalle mit Schwefel zu zerstören), wieder geschlämmt, und endlich zwischen Holzkohlen in Schachtöfen mit Gebläse (Hochöfen), oder mit zerstossener Steinkohle gemengt in Flamm-

öfen verschmolzen. Die Kohle nimmt den Sauerstoff des Zinnoxydes auf, und scheidet das Zinn in metallischer Gestalt ab. Zuweilen ist das so erhaltene Zinn rein genug, um in den Handel gebracht zu werden. Meistens aber enthält es bedeutende Anteile fremder Metalle, und muss daher durch das sogenannte Pauschen gereinigt werden. Da die beigemischen Metalle schwerer schmelzbar sind als das Zinn, so giesst man mit Kellen das geschmolzene unreine Zinn auf einen schrägen, mit glühenden Kohlen bedeckten Herd (Pauschherd), und lässt es über denselben langsam hinfliessen. Indem es sich zwischen den Kohlen durchzieht, bleiben an letzteren und an dem Herde die weniger schmelzbaren Metalle (hauptsächlich Eisen), noch mit Zinn verbunden, hängen (Dörner). In England wird diese Reinigung auf eine etwas abgeänderte Weise vorgenommen und mehrmals wiederholt. Zum Verkauf wird das Zinn auf einer grossen Kupferplatte zu einer Art Blech gegossen, welches man in Ballen zusammenrollt; oder man giesst es in Gestalt von Blöcken (Blockzinn). Körnerzinn ensteht, indem man die Blöcke, bis fast zum Schmelzen erhitzt, von einer Höhe herabwirft, wobei sie in rundliche Stückchen zerspringen. Käufliches Zinn ist oft mit Blei bedeutend verunreinigt, jedoch mehr durch absichtlichen Zusatz als infolge bleihaltigen Zinnerzes.

5. Blei.[1])

Die am meisten kennzeichnenden Eigenschaften dieses Metalles, nämlich seine lichtgraue Farbe, seine grosse Weichheit und sein bedeutendes Einheitsgewicht sind hinlänglich bekannt. Frisch geschabte oder geschnittene Oberflächen zeigen einen sehr starken Glanz, der sich aber durch den Einfluss der Luft bald verliert. An Härte steht das Blei allen anderen in den mechanischen Gewerben verarbeiteten Metallen nach; es lässt sich leicht biegen, mit dem Messer schneiden, nimmt selbst von dem Fingernagel Eindrücke an, und färbt, auf Papier oder an den Händen gerieben, ziemlich stark ab. Durch Bearbeitung nimmt die Härte nicht merklich zu. Das Einheitsgewicht des reinen Bleies ist 11,380 bis 11,445; das käufliche, durch Verunreinigung mit anderen Metallen etwas leichtere Blei hat ein Einheitsgewicht von 11,30 bis 11,40. Auf den Bruchflächen zeigt das Blei eine gleichartige, bald körnige, bald fasrige Beschaffenheit. Es ist unter den gewöhnlichen Umständen sehr dehnbar, so dass es erst nach sehr oftmaligem Hin- und Herbiegen abbricht, und sich mit der grössten Leichtigkeit hämmern und zu dünnen Blättern auswalzen lässt. Bis fast zum Schmelzen erhitzt wird es aber, gleich dem Zinn, so spröde, dass es durch starke Hammerschläge oder heftig gegen den harten Fussboden geschleudert, in Stücke bricht, welche auf dem Bruche ein kristallinisches Gefüge zeigen. Gefeilt kann das Blei nicht ohne Unbequemlichkeit werden, weil die Feilspäne durch ihre Weichheit sich in die Vertiefungen der Feile hineinschmieren und die-

[1]) Bolley-Stölzel, S. 841.

selben verstopfen (hier noch schneller als bei Zinn und Zink). Raspeln greifen besser an. Die Arbeiter nennen Metalle, welche ein solches Verhalten zeigen, pelzig. Mehr oder weniger ist diese Eigenschaft auch störend, wenn man das Blei mit der Säge schneidet, wobei durch Aufgiessen von Wasser die Arbeit erleichtert wird, weil dieses das Zusammenkleben der Späne verhindert.

Die grosse Weichheit des Bleies bestätigt sich durch die merkwürdige, wiederholt beobachtete Erscheinung, dass es von manchen Insekten (z. B. der Holzwespe, Sirex gigas) gelegentlich wie Holz durchbohrt wird, was bisher bei keinem andern Metall sich ereignete.

Die Reissfestigkeit des Bleies ist sehr unbedeutend; man hat sie, für 1 *qmm* bei gegossenem Blei durchschnittlich zu 0,95 *kg*, bei gewalzten Platten zu 0,83 bis 1,73, bei Draht zu 2,13 bis 2,32 *kg* gefunden. Die Schmelzhitze des Bleies fällt auf 323°C. (nach anderer Angabe 334°C.). Schon beim Liegen an der Luft oxydiert das Blei, und überzieht sich mit einer dünnen Kruste (Bleisuboxyd), welche allmählich noch mehr Sauerstoff und überdies Kohlensäure aufnimmt, und zu einem weissen, pulverigen, lose anhängenden Überzuge von kohlensaurem Bleioxyde wird. Viel schneller erfolgt die Oxydation beim Schmelzen unter Luftzutritt, wobei das Metall anfangs mit einer feinen, in Regenbogenfarben spielenden Haut, hernach aber mit einer grauen Kruste von Suboxyd (Bleiasche, Bleikrätze) sich bedeckt.

Die Bleiasche wird durch Glühen nach und nach zu gelbem Bleioxyd (Bleigelb, Massikot, Neugelb, Königsgelb), und dieses bei anhaltend fortgesetzter schwacher Glühhitze zu rotem Bleioxyd (Mennige). In dem gelben Bleioxyde sind 92,8%, im roten 90,6% Blei enthalten. Die Bleioxyde schmelzen in mässig starker Rotglühhitze, werden sehr dünnflüssig, greifen die irdenen Schmelzgefässe sehr stark an, und durchdringen sie. Die Glätte oder Bleiglätte (Gold- und Silberglätte), ist ein halbgeschmolzenes gelbes Bleioxyd. In starker Glühhitze verdampft das Blei, und die Dämpfe verwandeln sich zugleich durch den Einfluss der Luft in Bleioxyd.

Das meiste käufliche Blei ist mehr oder weniger (zu 1 bis 2%) mit fremden Metallen verunreinigt. Sehr oft enthält es eine äusserst kleine Menge Silber; gewöhnliche Verunreinigungen sind ferner Kupfer und Antimon, seltener Zink und Arsen, noch seltener Eisen. Diese Beimischungen verringern das Einheitsgewicht und zum Teil in etwas die Dehnbarkeit, vermehren aber die Härte und grösstenteils auch die Festigkeit. Sehr häufig ist dem Blei eine kleine Menge Bleisuboxyd beigemengt, namentlich wenn es öfter unter Luftzutritt umgeschmolzen wurde; hierdurch wird seine Härte und Festigkeit vergrössert. Ein von antimonhaltigen Erzen herrührendes, mit Antimon (5 und mehr % des Ganzen) und kleinen Anteilen Arsen, Kupfer, Eisen, Zink (zusammen 0,07 bis 6,5%) verunreinigtes Blei ist das sogenannte Hartblei, Antimonialblei (Einheitsgewicht 9,33 bis 10,44). Die Eigenschaft des Bleies, durch Zusatz von Antimon (Regulus) viel härter zu werden, benutzt man bei der Zusammensetzung des Schriftgiesser-Metalls, und verschiedener Arten von Zapfenlagermetall.

Der Antimongehalt des Hartbleies steigt oft bis an 20%; man wendet es zu mancherlei Gussgegenständen an, und bereitet es hierzu auch absichtlich

durch Zusammenschmelzen von Blei mit etwas Antimon. Schon 1 Teil Antimon auf 16 Teile Blei giebt ein Gemisch von viel grösserer Härte als Blei; dasselbe schmilzt bei 264° C., ist zwar im gegossenen Zustande so spröde, dass es beim ersten Biegen zerbricht, lässt sich aber dennoch zu Draht ziehen und wird dadurch allmählich sehr biegsam. — Das Schriftgiesser-Metall (Schriftzeug) ist von sehr verschiedener Zusammensetzung: gewöhnlich nimmt man 4 bis 5 Blei auf 1 Antimon, zu den feinsten Buchdruckerlettern wohl nur 3, zu den grössten dagegen bis 6 oder 7, zu den sogenannten Ausschliessungen, Stegen u. s. w. bis 16 Blei auf 1 Antimon; bei 22 Antimon auf 78 Blei hat es das Einheitsgewicht 9,54, bei 20 Antimon auf 80 Blei 9,854. Nach anderen Angaben ist das Einheitsgewicht bei folgenden Mengen Blei auf 1 Teil Antimon:

0,32 Teile Blei	= 7,432	3,39 Teile Blei	= 9,811
0,40 „ „	= 7,525	4,81 „ „	= 10,136
0,53 „ „	= 7,830	5,09 „ „	= 10,144
0,80 „ „	= 8,330	6,42 „ „	= 10,387
1,60 „ „	= 8,953	8,02 „ „	= 10,556
1,70 „ „	= 8,989	8,48 „ „	= 10,586
3,22 „ „	= 9,723	19,96 „ „	= 10,930

Ein Zusatz von Eisen oder Kupfer (bis 5 %) vermehrt die Härte und Dauerhaftigkeit des Schriftzeuges sehr; die Schmelzbarkeit zu erhöhen fügt man zuweilen Wismut bei (z. B. 10 Blei, 2 Antimon, 1 Wismut). Zu Stereotypenplatten versetzt man gern das Schriftmetall mit 1 bis 2 % Zinn. In England ist ein Gemisch von 3 Zinn und 1 Antimon mit 1 bis 2 Blei (oder auch ganz ohne Blei) als hartes — aber freilich auch theures — Letternmetall empfohlen worden. Käufliche englische Buchdruckerschriften von vorzüglicher Beschaffenheit fand man folgendermassen zusammengesetzt:

Blei	55	61,3	69,2
Antimon	22,7	18,8	19,5
Zinn	22,1	20,2	9,1
Kupfer	—	—	1,7
	99,8	100,3	99,5

Ein bewährtes französisches Schriftzeug ist aus 55 Blei, 30 Antimon, 15 Zinn gemischt; beim Einschmelzen abgenutzter Lettern 74 von diesen, 14 Antimon, 12 Zinn.

17 Blei, 3 Antimon; oder 3 Blei, 5 Antimon, 2 Zink; oder 3 Blei, 1 Zinn, 1 Antimon; oder 20 Blei, 3 Antimon, 2 Kupfer sind brauchbare Gemische zu Zapfenlagern bei Maschinen, selbst zu Achslagern an Eisenbahnwagen (mit Ausnahme der Lokomotiven). — Zu kleinen Räder-Gussmodellen, deren Zähne auf der Teilmaschine eingeschnitten werden, empfiehlt man eine Zusammensetzung aus 5 Blei, 4 Zink, 1 Antimon.

Das Blei kommt in mehreren Erzen vor, teils an Schwefel, teils an Sauerstoff gebunden; in letzterem Falle genügt zu seiner Gewinnung eine einfache Ausschmelzung mit Kohle, in ersterem Falle ist dagegen ein weitläufigeres Verfahren erforderlich, nämlich entweder die sogenannte Röstarbeit oder die Niederschlagsarbeit. Vorher werden die grösseren reinen Erzstücke durch Handscheidung abgesondert, die in kleineren Teilen eingesprengten Massen hingegen in einem Pochwerke gepocht und durch Schlämmen (Waschen) möglichst von der Gangart befreit.[1])

Das durch eine der beiden Verfahren gewonnene Blei heisst Kaufblei, wenn es sogleich in den Handel gebracht werden kann; und

[1]) Prechtl, Technol. Encyklop. 1830, Bd. 2, S. 330. Br. Kerl, Beschreibung der Oberharzer Hüttenprozesse, Clausthal 1852. Br. Kerl, Die Rammelsberger Hüttenprozesse, Clausthal 1854, S. 18. Stohmann, Encyklop. Handb. d. techn. Chemie, Braunschweig 1865, S. 853.

Werklei (Werk), wenn es so viel Silber enthält, dass die Abscheidung des letztern durch Abtreiben sich lohnt. In diesem zweiten Falle verwandelt man das Blei in Glätte, welche teils als Kaufglätte Handelsware ist, teils als Frischglätte in Krummöfen auf Blei (Frischblei, Weichblei) verschmolzen (gefrischt) wird. Das Kaufblei bedarf oft einer Reinigung von zu grossem Gehalte fremder Metalle, welche dadurch bewirkt wird, dass man das unreine Blei auf einem durch Flammfeuer erhitzten schrägen Herde bei gelinder Hitze umschmilzt, wobei es gereinigt abläuft, während die schwerflüssigeren Beimischungen auf dem Herde liegen bleiben. Für den Verkauf wird das Blei in eiserne Formen geschöpft, worin es die Gestalt länglich viereckiger Blöcke (Mulden, Gänze) erhält.

Diese im Handel vorkommenden Bleiblöcke sind zuweilen durch Stücke Gusseisen oder anderes altes Eisen, welche beim Giessen darin eingeschlossen wurden, verfälscht. Ein solcher Betrug, der sonst nur erst beim Entzweihauen sich offenbart, kann mittels des Einheitsgewichts und zwar am einfachsten auf die Weise entdeckt werden, dass man die Blöcke auf einer Wage mit bleiernen Gewichten abwägt, dann beide Wagschalen gleichzeitig in Wasser senkt, wobei das Gleichgewicht gar nicht oder nur unbedeutend gestört werden darf.

6. Aluminium.[1])

Dieses erst seit dem Jahre 1855 in die Reihe der für die mechanische Technik bedeutsamen Stoffe eingetretene Metall ist die Grundlage der Thonerde (Alaunerde), welche letztere aus 53,3 Aluminium und 46,7 Sauerstoff besteht, also ein Aluminiumoxyd darstellt. Die Farbe des Aluminiums ist weiss, an Schönheit nicht der des Silbers gleichkommend, eher der des Zinns ähnlich; das unreine (eisenhaltige) Metall, welches anfänglich in den Handel gebracht wurde, zeigte sogar einen starken Stich ins Graubläuliche, durch welchen es einigermassen nach der Farbe des Zinkes hinneigte. Die Härte kommt ungefähr jener des feinen Silbers gleich, ist etwas geringer als die des Kupfers, aber grösser als die des Zinnes. Das Aluminium giebt beim Anschlagen einen starken und schönen Klang. Es lässt sich sehr gut hämmern, zu Blech walzen, zu äusserst dünnen Blättchen schlagen, und in Draht, selbst von grosser Feinheit, ziehen; doch erleidet die Dehnbarkeit erheblichen Nachteil, wenn es nicht sehr rein ist. Auf dem Bruche zeigt es ein feinkörniges, fast ganz mattes Gefüge. Seine auffallendste Eigenschaft ist das sehr geringe Einheitsgewicht, welches nur 2,56 bis 2,67 (in unreinerem Zustande des Metalls 2,73 bis 2,80) beträgt. Die Reissfestigkeit ist nicht sehr gross; man hat sie gefunden, für 1 *qmm* Querschnittsfläche berechnet, bei Guss zu 11 *kg*, gehämmertem Metall zu 13,6 bis 20,3, Draht zu 10,8 bis 15,0 *kg*. An der Luft verändert das Aluminium sich nicht merklich; von Schwefelwasserstoffgas läuft es nicht an; hochgradige Schwefelsäure

[1]) F. Stohmann, Encyklopäd. Handbuch der technischen Chemie, Bd. I, Braunschweig 1865, S. 443.
Bolley-Stölzel, Metallurgie, Braunschweig 1863—86, S. 1578.

sowie Salpetersäure greifen es wenig oder gar nicht an, aber von Salzsäure, verdünnter Schwefelsäure und ätzender Kalilauge wird es rasch und unter heftiger Wasserstoffgasentwickelung, von Essigsäure viel langsamer, aufgelöst. Zum Schmelzen erfordert es einen Grad von Rotglühhitze, welcher zwischen dem Schmelzpunkte des Zinkes und jenem des Messings zu liegen scheint (nach Deville bei 700° C).

Zu technischen Anwendungen eignet sich das Aluminium besonders durch seine Leichtigkeit, seine hübsche weisse Farbe, seine Unveränderlichkeit unter den Einflüssen der Luft (da es sich weder oxydiert noch — wie das Silber — von Schwefelwasserstoff braun wird) und seine vollkommene Unschädlichkeit für die menschliche Gesundheit. Hindernis einer ausgedehnten Benutzung ist jedoch der hohe Preis (noch jetzt wenigstens die Hälfte von dem eines gleichen Gewichts Fein-Silber), welcher in der kostspieligen Darstellungsweise seinen Grund hat. Alle bisherigen Verarbeitungen dieses Metalles sind fast nur als Versuche oder Gegenstände besonderer Liebhaberei zu betrachten; sollte man aber dahin gelangen, dasselbe viel wohlfeiler zu erzeugen, so könnte es eine wichtige Stellung in der Technik erringen.

Aus Aluminium gefertigte Gegenstände sind: Opernglas- und Fernrohrgehäuse; Wagebalken, Wagschalen und sehr kleine Gewichtstücke; Sextanten und andere derartige Geräte; die Regimentsadler des französischen Heeres, Degengriffe, Säbelscheiden; dünne Blätter, nach Art des Blattsilbers verwendbar; Gespinste (mit sehr feinem — zum Teil nur 0,065 *mm* dicken — Drahte überwickelte Seidenfäden) und daraus gearbeitete Spitzen; Blasinstrumente; Broschen, Armbänder, Haarnadeln, Ohrgehänge und andere Schmucksachen. Wegen seiner Unveränderlichkeit an der Luft und seines geringen Gewichts ist es zur Ausprägung von Scheidemünzen vorgeschlagen worden.

Da das Aluminiumoxyd (die Thonerde) einen Hauptbestandteil aller Thongattungen bildet, so gehört das Aluminium zu den allerverbreitetsten Metallen: nach schätzungsweiser Berechnung besteht etwa ein Sechstel der für die menschliche Erforschung zugänglichen Rinde des Erdkörpers aus Thonerde. Aber zur Abscheidung des Metalles aus dieser letzteren sind zur Zeit noch weitläufige Umwege und kostspielige chemische Vorgänge erforderlich, welche eine wohlfeile Darstellung in grossen Massen nicht zulassen. Gegenwärtig besteht der Rohstoff gewöhnlich im Kryolith (einem grönländischen Erz, welches Fluoraluminium verbunden mit Fluornatrium enthält); von den darin befindlichen 13% Aluminium soll man bisher nur 4 zu gewinnen vermocht haben.

Das im Handel vorkommende Aluminium ist nicht ganz rein, sondern enthält 0,8 bis 2% Eisen und bis zu $\frac{1}{2}$% Silicium als unabsichtliche Verunreinigungen. Früher stieg der Eisengehalt selbst gegen 7, die Menge des Siliciums zuweilen gegen 5% an. Solche Beimengungen beeinträchtigen erheblich die Bildsamkeit des Aluminium; einige % Kupfer erteilen ihm die Sprödigkeit des Glases. Bedeutsam scheint das Aluminium besonders in seiner Mischung mit Kupfer (Aluminium-Bronze, s. w. u.) zu sein.

7. Nickel.[1]

Es hat im reinen Zustande eine zwischen Silberweiss und Stahlgrau liegende Farbe, einen hakigen Bruch, einen starken Glanz, eine bedeutende Härte, ein Einheitsgewicht von 8,4 (im gegossenen Zustande) bis

[1] D. p. J. 1879, **232**, 256, 365.
Bolley-Stölzel, S. 1531.

8,9 (geschmiedet), ist schweissbar, schmilzt erst in der heftigsten Weissglühhitze, wird vom Magnete angezogen und nimmt selbst, gleich dem Eisen, Magnetismus an. Das vorzüglichste Nickelerz ist der Kupfernickel (eine Verbindung von Nickel mit Arsen). Aus diesem und aus der Kobaltspeise (einer bei der Smaltefabrikation in den Glasschmelzhäfen sich abscheidenden, aus Nickel, Arsen, Kobalt, Kupfer, Eisen, Schwefel u.s.w. bestehenden Metallmasse), sowie aus nickelhaltigen Kupfer- und Schwefelkiesen wird das Nickel auf verschiedene Weise dargestellt. Man erhält durch die angewendeten — teils in Röstungen und Schmelzungen, teils in Auflösungen und Niederschlagungen bestehenden — Arbeiten entweder Nickeloxyd (meist mit mehr oder weniger Kupferoxyd gemengt) oder kohlensaures Nickeloxyd. Aus diesen beiden wird das Nickel gewonnen, indem man sie mit Kohlenstaub in hessischen Tiegeln einer heftigen Weissglühhitze unterwirft. Das Nickel nimmt dabei ein wenig Kohlenstaub auf und wird mehr oder minder spröde. Im Handel erscheint das Metall zuweilen als geschmolzene (jedoch unvollkommen geflossene, daher löcherige) Masse, oder ungeschmolzen in grauen unregelmässigen, lockeren aber ziemlich harten Klümpchen von erdartigem Ansehen (Nickelschwamm); gegenwärtig meist in kleinen rechteckigen Kuchen mit ziemlich glatter und metallglänzender Oberfläche, deren Inneres fest zusammengesintert ist (Würfelnickel). — Das käufliche Nickel ist nicht reines Nickelmetall, sondern enthält nur 50 bis 98 % wirkliches Nickel; das übrige ist gewöhnlich Kupfer und Eisen, zuweilen Kobalt; ausserdem finden sich Spuren von Arsen, Schwefel und Silicium. Die stark kupferhaltigen Arten (50 bis 70 % Nickel und 30 bis 47 % Kupfer enthaltend) führen auch den Namen Kupfernickel oder Nickelkupfer.

Die Gegenwart des Kobalts ist unschädlich, solange letzteres weniger als 6 % des Gesamtgewichtes beträgt; bis zu 2 % Kohlenstoff sollen unschädlich sein, ebenso bis 1 % Eisen und die geringen vorkommenden Verunreinigungen durch Mangan, Arsen, Silicium u. s. w. Der Schwefelgeualt soll höchstens 0,5 % betragen.

Die Festigkeit des Nickels ist grösser als diejenige des Schmiedeeisens, ebenso die Härte desselben; es schmilzt bei etwa 1500°, nach anderen Angaben erst bei 1600°. Von Natur ist das Nickel spröde, wird aber geschmeidig durch Hinzufügen von $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ %.[1]) Magnesium, so dass es im glühenden Zustande wie auch bei gewöhnlicher Temperatur etwa wie weicher Stahl gehämmert, gewalzt u. s. w. werden kann; es lässt sich auch mit Eisen zusammenschweissen und mit diesem gemeinsam zu dünnem Blech auswalzen. Das Einheitsgewicht des Nickel beträgt im Mittel 8,9.

Die Verarbeitung des Nickels durch Schmelzen und Giessen ist durch seine Eigenschaft, im flüssigen Zustande Sauerstoff und andere Gase zu verschlucken, welche beim Erkalten ausgestossen werden (S. 31) sehr schwierig und ungebräuchlich.

---

[1]) D. p. J. 1879, **232**, S. 282.

8. Silber.[1])

Die in den Gewerben verarbeiteten edlen Metalle, zu welchen (ausser Gold und Platin) das Silber gehört, verdanken diesen Namen und den Vorzug, welcher ihnen gegeben wird, zum Teil ihrer schönen Farbe, hauptsächlich aber der Unveränderlichkeit bei den Einflüssen der Luft, der Feuchtigkeit u. s. w. Das reine Silber (Feinsilber) besitzt eine schöne weisse Farbe (welche nur durch schwefelhaltige Ausdünstungen braun oder schwarz wird, indem sich Schwefelsilber bildet), nimmt durch Polieren einen starken Glanz an, zeigt ein undeutlich zackiges, mehr dichtes und gleichsam geflossenes Ansehen auf dem Bruche, eine geringere Härte als das Kupfer, eine sehr grosse Dehnbarkeit und ein Einheitsgewicht von ungefähr 10,5, welches durch die Verdichtung beim Hämmern, Walzen und Drahtziehen bis etwa 10,62 erhöht werden kann. Die Reissfestigkeit ist geringer als jene des Kupfers; sie beträgt, auf 1 *qmm* bezogen, für gegossenes Silber 7,5 *kg*, für hartgezogenen Draht 32 bis 41 *kg*, für geglühten Draht 18 bis 19,5 *kg*. Das Silber schmilzt in schwacher Weissglühhitze (bei 916° C.), ohne zu rosten oder sich zu verflüchtigen; eine kleine Menge Sauerstoff, welche es allerdings im Schmelzen verschluckt, entweicht beim Erstarren vollständig wieder, öfters unter Geräusch und spritzender Ausstossung einiger Silberteile (Spritzen oder Spratzen des Silbers). Es wird von schwachen Säuren nicht angegriffen, löst sich aber in der Salpetersäure leicht auf.

Über das Einheitsgewicht des Silbers sind die Angaben sehr abweichend, was sich teils aus den verschiedenen physischen Zuständen, teils durch grössere oder geringere Reinheit erklärt. So, wie dieses Metall durch Schmelzen und Giessen (oder ruhiges Erkalten im Tiegel) erhalten wird, schliesst es gewöhnlich viele Poren, ja oft beträchtliche Löcher und Blasenräume ein, vermöge welcher es leichter erscheint; das Feinsilber des Handels, welches wohl bei den Gewichtsbestimmungen zuweilen für rein angenommen worden ist, enthält bis zu 1 % Kupfer, wodurch sein Einheitsgewicht ebenfalls verringert wird. Chemisch reines Silber hat im dichtesten Zustande, den es nach dem Schmelzen durch ruhiges Erkalten annehmen kann, das Einheitsgewicht 10,566; sonstige Bestimmungen sind folgende:

Geschmolzen und durch Eingiessen in Wasser gekörnt (sehr porös)	9,632
Geschmolzen, im Tiegel erkaltet, mehr oder minder porös	9,988 bis 10,474
Zu Stäben gegossen	10,105 bis 10,511
Gehämmert	10,447 bis 10,622
Gewalztes Blech	10,551
Draht	10,491

Eine merkwürdige Veränderung erleidet das Silber unter gewissen noch nicht näher ermittelten Umständen, wenn es sehr lange Zeit in der Erde liegt: Gefässe aus dem Altertume, von reinem oder fast ganz reinem Silber, welche man so vergraben fand, zeigten sich äusserlich mit einem Überzuge von Chlorsilber bedeckt, äusserst mürbe (so dass man Stücke von 0,5 bis 1 *mm* Dicke zwischen den Fingern zerbröckeln konnte), ohne eine Spur von Biegsamkeit, auf dem Bruche körnig kristallinisch mit sehr starkem Glanze. Alte, aus der Erde gegrabene Silbermünzen sind zuweilen ebenfalls ganz spröde, und so reich mit Chlorsilber beladen, dass dieses bis zu 17 % des Gewichtes ausmacht.

---

[1]) Bolley-Stölzel, Metallurgie, Braunschweig 1863—86, S. 1051.

In reinem Zustande wird das Silber wenig verarbeitet. Man vermischt (legiert) es fast jederzeit mit Kupfer, teils seines hohen Preises wegen, teils weil das legierte Silber eine grössere Härte besitzt und daher sich weniger abnutzt. Man bezeichnet die Menge des Zusatzes oder den Feinheitsgrad (die Lötigkeit, den Feingehalt, die Feine) des Silbers durch die Angabe, wie viel Lot reines Silber in der Mark (16 Lot) enthalten sind. Feines Silber ist daher 16 lötig; 12 lötiges Silber enthält in 16 Teilen 12 Teile Silber und 4 Teile Kupfer u. s. f. Das Lot wird hier in 18 Grän eingeteilt; Silber also, welches z. B. 14 Lot 8 Grän fein ist, enthält in 16 Lot (1 Mark) $14^{8}/_{18}$ oder $14^{4}/_{9}$ Lot reines Silber.

In Frankreich, Belgien, einem grossen Teile Italiens etc., in Deutschland wenigstens beim Münzwesen, ist die Bezeichnung des Feingehalts nach Tausendsteln des Gewichtes (Tausendteilen) eingeführt, wonach z. B. Silber von 0,950 (950 Tausendteilen) solches ist, welches in 1000 Gewichtteilen 950 Gewichtteile reines Silber enthält (= $273^{3}/_{5}$ Grän oder 15 Lot 3,6 Grän).

In den meisten Ländern bestehen gesetzlich oder gewohnheitsgemäss gewisse Mischungsverhältnisse, aus welchen die Silberarbeiten der Regel nach verfertigt werden; man nennt das Silber von diesem vorgeschriebenen Feingehalte Probesilber. Das Probesilber hält

	Lot	Grän	
in England	14 Lot	14,4 Grän	= 0,925
„ Frankreich, Belgien, Mailand, Venedig, Zwei Abstufungen	15 „	3,6 „	= 0,950
	12 „	14,4 „	= 0,800
„ Österreich (früher 13 Lot = 0,812) seit 1866:			
No. 1	15 „	3,6 „	= 0,950
„ 2	14 „	7,2 „	= 0,900
„ 3	12 „	14,4 „	= 0,800
„ 4	12 „	— „	= 0,750

Das Silber zu Denkmünzen hält in Frankreich vorschriftsmässig 0,950 oder mindestens 0,947.

Im Deutschen Reich gelten, laut Gesetzes vom 16. Juli 1884, folgende Bestimmungen: Es dürfen Silberwaren in beliebigem Feingehalt angefertigt werden; der Feingehalt darf — unter Angabe des Erzeugers, Aufprägung eines Stempelzeichens (Mondsichel, in welcher die Kaiserkrone sich befindet) und Bezeichnung des Feingehaltes in Tausendteilen — für Schmucksachen immer, für Geräte aber nur dann angegeben werden, wenn er mindestens 800 beträgt. Der wirkliche Feingehalt darf weder in der ganzen Ware noch in deren einzelnen Teilen den angegebenen um mehr als 8 Tausendteile unterschreiten. Silberwaren, welche mit anderen Metallen metallisch verbunden sind, dürfen nicht mit dem Feingehaltsstempel versehen sein, es sei denn, dass sie schon äusserlich als nicht silberne erkannt werden können.

Beim Legieren des Silbers, d. h. beim Zusammenschmelzen desselben mit Kupfer, muss die Mischung sorgfältig umgerührt werden, bevor man sie ausgiesst, weil sich sonst am Boden des Schmelztiegels eine reichhaltigere Mischung bildet, als oben. Es ist beobachtet worden, dass bei einem Verhältnisse der Metalle, welches bei genauer Vermischung 12lötiges Silber hätte geben müssen, der untere Teil 13 lötig, der obere nur 11 lötig ausfiel. Aber selbst nach dem Ausgiessen in die Formen verteilt sich, während des Erkaltens bis zum Erstarrungspunkte, der Silbergehalt ungleich, so dass verschiedene Stellen des gegossenen Stückes um 2 bis 15 Tausendstel im Feingehalte abweichen. Die einzige Mischung, welche diese Erscheinung nicht zeigt, sondern ganz gleichmässig gemischt bleibt, ist die von 0,719 oder $11^{1}/_{2}$ Lot.

Durch die Legierung (auch wohl Beschickung) wird die Farbe des Silbers desto mehr ins Rötliche und Rote gezogen, je höher die Menge des zugesetzten Kupfers steigt (doch ist selbst die Mischung von 1 Teil Silber mit 4 Teilen Kupfer noch nicht ganz kupferrot); die Schmelzbarkeit nimmt zu; die Dehnbarkeit vermindert sich einigermassen, wiewohl die Bearbeitung durch Hämmern, Walzen, Drahtziehen u.s.w. noch immer gut von statten geht und nur zu Gegenständen, welche vorzugsweise eine ausgezeichnete Geschmeidigkeit erfordern (höchst feine Drähte, getriebene Arbeit), bleibt das nicht oder sehr wenig mit Kupfer versetzte Silber ein Bedürfnis. Das legierte Silber läuft beim Giessen besser in die Formen und liefert leichter einen dichten, blasenfreien, dünnen und scharf ausgebildeten Guss, als Feinsilber; die rohen — noch nicht durch Hammer oder Walze bearbeiteten — Gussstücke (namentlich aus 12- oder 13 lötigem Silber) brechen bei starkem Biegen oder kräftigem Schlage ab, und zeigen auf den Bruchflächen ein zackiges (hakiges) Gefüge, während sich nach der Bearbeitung eine viel grössere Biegsamkeit und ein feinkörniges Gefüge offenbart. Im glühenden Zustande ist legiertes Silber von mittlerem Feingehalte (etwa zwischen 0,200 und 0,600 fein) so spröde, dass es sich im eisernen Mörser zu Pulver stossen lässt. Durch die Verbindung mit Kupfer erlangt das Silber nicht nur schon ursprünglich eine grössere Härte (welche es mehr gegen Verbiegen und Abreiben durch den Gebrauch schützt), sondern auch die Eigenschaft, seine Härte und Steifheit durch Bearbeitung in weit ansehnlicherem Masse zu vermehren. Auch die Reissfestigkeit ist im legierten Silber ausserordentlich vergrössert. Drähte von 12 lötigem Silber tragen (auf den Querschnitt von 1 *qmm* berechnet) 62,8 bis 92,3 *kg*, wenn sie hartgezogen, und 39,7 bis 48,2 *kg*, wenn sie ausgeglüht und dadurch weich gemacht sind. Das Einheitsgewicht des legierten Silbers ist geringer als das des feinen, und zwar desto kleiner, je höher der Kupferzusatz steigt.

Es ereignet sich bisweilen, dass beim Zusammenschmelzen feinen Silbers mit reinem Kupfer und nachfolgendem Ausgiessen die Mischung mehr oder weniger Bläschen enthält, welche der späteren Bearbeitung hinderlich werden, indem sie unganze Stellen erzeugen. Man hebt diesen Übelstand leicht durch Zusatz von 1 Teil Zink auf 128 Teile des Gemisches, wodurch die Dehnbarkeit nicht bemerkbar leidet. Beim Einschmelzen alten verarbeiteten Silbers ist dieser Kunstgriff niemals erforderlich, weil hieran sich stets Lötungen befinden, welche schon etwas Zink enthalten.

Zwölflötiges Silber (als Blech, Draht u. dgl.) ist in seinem durch Ausglühen erweichten Zustande schon ungefähr so hart, wie gutes Kupfer bei dem erhöhten Härtegrade, welchen es durch länger fortgesetzte kalte Bearbeitung (Hämmern, Walzen, Drahtziehen) annimmt; wenn nun ersteres durch solche Behandlungen noch härter geworden ist, so steht es dem harten Schmiedeisen gleich.

Durch Glühen wird das legierte Silber auf der Oberfläche schwärzlichbraun von gebildeten Kupferoxyde; stark kupferhaltiges läuft schon beim Liegen an der Luft an (wird blind) und unterliegt der Grünspanbildung. Aus einem 24 Stunden lang in Essig liegenden Löffel von 12- oder 13lötigem Silber wird wohl 0,1 *g* und noch etwas mehr Kupfer aufgelöst.

Über das Einheitsgewicht des Silbers von verschiedenem Feingehalte können folgende beobachtete Zahlen angeführt werden.

a) für verschiedene Zustände des Metalls:

Feinheit.		Einheitsgewicht.
0,993	Gewalztes Blech . . .	10,523 bis 10,534
"	Draht	10,422
0,875	Blech	10,215 bis 10,262
"	Draht	10,228
0,812	Gegossen	9,931
"	Gehämmert (Löffel) .	10,146
"	Blech	10,160 bis 10,170
0,750	Gegossen	9,861
"	Blech	10,000 bis 10,073
"	Gehämmert (Löffel) .	10,024 bis 10,055
"	Draht	10,003
0,687	Gegossen	9,858
"	Blech	9,941 bis 9,971
0,625	Blech	9,802 bis 9,824
"	Draht	9,858
0,562	Gegossen	9,634
"	Blech	9,735 bis 9,761
0,514	Gegossen	9,422 bis 9,440
"	Blech	9,528 bis 9,670

b) für geprägtes Metall (Geldstücke):

	Einheitsgewicht.		Einheitsgewicht.
0,993 =	10,458 bis 10,539	0,562 =	9,746 bis 9,761
0,923 =	10,345 " 10,374	0,520 =	9,640 " 9,685
0,900 =	10,271 " 10,317	0,500 =	9,630 " 9,650
0,868 =	10,250 " 10,265	0,437 =	9,532
0,833 =	10,189 " 10,237	0,375 =	9,439
0,812 =	10,172 " 10,178	0,333 =	9,383 " 9,385
0,750 =	10,050 " 10,100	0,312 =	9,306 " 9,333
0,687 =	9,974 " 9,976	0,218 =	9,153 " 9,237
0,583 =	9,744 " 9,810		

Der Abnutzung durch den Gebrauch unterliegt im allgemeinen, unter gleichen Umständen, das stärker legierte Silber weniger als das wenig legierte oder ganz feine; doch scheint die kleinste Abnutzung beim Feingehalte von etwa 0,312 einzutreten. Es liegen darüber Beobachtungen an Geldstücken vor, nach welchen — abreibende Wirkung durch gleiche Mittel vorausgesetzt — das feine Silber etwa doppelt soviel Gewichtsverlust erleidet, als das von 0,312. Danach waren nämlich die verhältnismässigen Gewichtsverluste (jenen der letzteren Legierung als Einheit angenommen) wie folgt:

Feingehalt	Abreibung.	Feingehalt	Abreibung.
0,993 =	1,97	0,520 =	1,20
0,900 =	1,60	0,312 =	1
0,750 =	1,48	0,218 =	1,045
0,656 =	1,31		

Das Verhältnis ändert sich einigermassen, wenn Geldsorten verschiedenen Feingehaltes durcheinander umlaufen; denn indem hier die härtesten Arten nur an weicheren, die weichsten nur au härteren sich reiben, stehen die hochhaltigen Legierungen gegen die geringhaltigen in noch grösserem Nachteile, als durch die eben mitgeteilten Zahlen ausgedrückt wird. Man darf indessen hieraus nicht schliessen, dass im Geldumlaufe die aus feinerem Silber geprägten Arten einen grösseren Teil ihres Gewichtes — selbst bei Beziehung auf eine gleich grosse Oberfläche — verlieren, als die geringhaltigen kleinen Arten; vielmehr ergiebt die Erfahrung das Entgegengesetzte, weil grössere Geldstücke weniger oft durch die Hände gehen, auch eher geschont (z. B. in Rollen gewickelt) werden. Kupfer steht in der Abnutzbarkeit ungefähr dem 0,900 feinen Silber gleich.

Das **Probieren**, die **Probe** des Silbers hat zum Zwecke, den Feingehalt desselben zu erforschen. Annähernd geschieht dies durch die **Strichprobe**, d. h. durch kräftiges Reiben (**Streichen**) auf dem **Probiersteine**, einem mit feinem Schmirgelpulver abgeschliffenen und mit Baumöl schwach eingefetteten schwarzen Kieselschiefer, indem man die Farbe des Striches mit der Farbe, welche einige zugleich gestrichene **Probiernadeln (Streichnadeln)** geben, vergleicht. Die Probiernadeln sind Stifte aus den verschiedenen vorkommenden Legierungen, als: 8lötigem, 9lötigem, 10lötigem Silber u. s. w.; diejenige Nadel, mit mit deren Strich der Strich des zu untersuchenden Silbers am nächsten übereinstimmt, giebt den Feingehalt des letzteren (doch mit einer Unsicherheit von 5, zuweilen selbst 10 %) an.

Unedle weisse Metallmischungen, welche einen silberähnlichen Strich geben, sind dadurch zu unterscheiden a) dass ihr Strich ganz oder fast ganz von dem Probiersteine verschwindet, wenn man ihn mit einer Auflösung von 4 Teilen Kupfervitriol und 3 Teilen Kochsalz in 16 Teilen Wasser bestreicht (doch verhalten sich Silberlegierungen von weniger als 6 Lot (0,375) Feingehalt hierbei ebenso); b) dass ein starker auf dem Probiersteine gemachter Strich, durch einen darauf gebrachten Tropfen reiner Salpetersäure aufgelöst, eine beim nachherigen Hinzufügen eines Tröpfchens Salzsäure klar bleibende Flüssigkeit giebt, während beim Vorhandensein von Silber die Salzsäure durch Chlorsilberbildung die bekannte käsige weisse Trübung erzeugt. Die Strichprobe wird trüglich, wenn das Silber eine erhebliche Menge **Zink** (sei es durch Einschmelzen mit Schlaglot gelöteter Gegenstände oder durch absichtlichen Zusatz von Zink, Messing) enthält; denn der Zinkgehalt lässt den Strich weisser erscheinen, als er bei reiner Kupferlegierung sein würde. — Eine aus 10 Teilen **Neusilber** und 6 Teilen Feinsilber zusammengeschmolzene Legierung gleicht ganz dem 14lötigen Silber, so dass auch die Strichprobe täuscht; allein der Strich auf dem Probiersteine wird, über einen brennenden Schwefelfaden gehalten, nicht schwarz, während der Silberstrich sich schwärzt.

Genaue Ergebnisse geben nur die **Probe durch Abtreiben** und die **nasse Probe**. Beim Abtreiben wird eine gewogene kleine Menge des legierten Silbers mit Blei auf der **Kapelle**, dem **Treibscherben** (einem von gepulverter Knochenasche verfertigten Schälchen), bei Luftzutritt unter einer **Muffel** (I, S. 196) im sogenannten **Probierofen** — neuerlich oft bei Gasheizung — geschmolzen, wobei das oxydierte Blei und Kupfer sich in die poröse Masse der Kapelle einziehen, während zuletzt das reine Silber als ein Korn zurückbleibt, welches man wieder wägt.[1] Bei der nassen Probe löst man die Legierung in Salpetersäure auf, schlägt das reine Silber durch zugesetzte Kochsalzauflösung (als Chlorsilber) nieder und schliesst aus der Menge des dazu erforderlichen Kochsalzes auf die Menge des vorhandenen Silbers.[2])

Die **Kapellenprobe** (durch Abtreiben) giebt den Gehalt des Silbers regelmässig etwas zu niedrig an; die nasse Probe gewährt — mit aller Sorgfalt ausgeführt — grössere Schärfe des Ergebnisses, ist daher jetzt die gebräuchlichste.

---

[1]) Bulletin d'Encouragement, LV. (1856) S. 689; LVI. (1857) S. 706. E. Schlösser, Münztechnik, Hannover 1884, S. 62.

[2]) Gay-Lussac, Vollständiger Unterricht über das Verfahren, Silber auf nassem Wege zu probieren. Aus dem Französischen von J. Liebig. Braunschweig 1833.
D. p. J. 1851, **119**, 52; 1858, **148**, 111.

Das Einheitsgewicht des legierten Silbers kann zu annähernder Ermittelung des Feingehaltes dienen, muss aber für diesen Zweck sehr genau bestimmt werden (hydrostatische Silberprobe). Nennt man L das Einheitsgewicht der Legierung, g deren Feingehalt in Tausendteilen): so giebt die Formel

$$g = \frac{L - 8{,}814}{0{,}001667}$$

den Feingehalt mit solcher Genauigkeit, dass die Abweichung des Rechnungsergebnisses von der Wahrheit selten über 1 bis $1^1/_3$% der Gesamtmasse steigt, und meist weniger beträgt. Am anwendbarsten ist diese Art Probe für die Legierungen zwischen 0,375 bis 0,875 Feingehalt. Für rohes, gegossenes und für wenig bearbeitetes Silber ist sie ganz unanwendbar; mit Draht und dicker, gehämmerter Arbeit (z. B. Löffel) giebt sie noch bedeutende Fehler; dagegen taugt sie völlig für Münzen, für dünnes (oftmals durch die Streckwalzen gegangenes) Blech und die aus solchem gefertigten Gegenstände.

Folgende Beobachtung kann recht gut dienen, um Silber von silberähnlichen Legierungen aus unedlen Metallen zu unterscheiden. Taucht man Silber in eine Mischung von 32 Teilen Wasser, 3 Teilen doppelt-chromsaurem Kali und 4 Teilen Schwefelsäure, so entsteht auf der Stelle eine purpurrote Färbung, welche bei feinem Silber am stärksten hervortritt, durch steigenden Kupfergehalt verringert und zuletzt ganz aufgehoben wird, so dass namentlich 0,500 Silber sie nicht mehr erzeugt. Dass eine etwa durch Weisssud oder Versilberung auf der Oberfläche vorhandene Überkleidung von feinem Silber vorläufig abgeschabt werden muss, bedarf kaum der Erinnerung. — Zur Ausführung der Probe wird auch folgende etwas abweichende Vorschrift gegeben: Gepulvertes rotes (doppelt-) chromsaures Kali ist mit so viel reiner — salzsäurefreier — Salpetersäure von 1,20 bis 1,25 Einheitsgewicht zu übergiessen, dass nach dem Umrühren ein Teil des Salzes ungelöst bleibt. Das Flüssige bewahrt man auf. Ein Tropfen davon wird auf das zu prüfende Metall gebracht, wonach man sogleich mit Wasser abspült, ohne zu reiben. Bleibt ein dunkelblutroter Fleck, so ist Silber vorhanden, welches auf diese Weise selbst in geringhaltigen Legierungen nachgewiesen werden kann.

Die Legierung des Silbers mit Kupfer ist die einzige, welche regelmässig technische Anwendung findet; man hat jedoch empfohlen, das Kupfer in der Mischung teilweise oder ganz durch Zink zu ersetzen, z. B.:

Silber	95	90	80	90	80	83,5
Zink	5	10	20	5	10	7,2
Kupfer	—	—	—	5	10	9,3

Diese Zusammensetzungen sind schön weiss, leichter schmelzbar als die entsprechenden Kupferlegierungen, sehr klingend und leicht zu bearbeiten. — Es fehlt überdies nicht an Vorschlägen zu anderen Versetzungen, bei welchen man den Zweck im Auge hatte, eine schöne und haltbare weisse Farbe mit geringem Silbergehalte zu erreichen. Dieses Ziel ist aber im wesentlichen verfehlt worden. Die Zusammensetzung der Schweizer Silberscheidemünzen (aus Silber, Kupfer, Zink und Nickel), deren im VI. Abschnitt bei Abhandlung der Münzkunst gedacht werden wird, ist nicht schön weiss und hat den Fehler, dass die Wiederabscheidung des Silbers aus derselben schwierig und kostspielig sein würde. Von besserer Farbe ist die aus $^1/_3$ Silber und $^2/_3$ Nickel bestehende *alliage tiers-argent*, und zu Tafelgeschirren in einige Anwendung gekommen. Eine in Frankreich zu Luxusgegenständen versuchte Zusammensetzung aus 20 Silber, 25 bis 35 Nickel und 45 bis 55 Kupfer (oder auch 30 Silber, 21 Nickel, 49 Kupfer — 33 Silber, 25 bis 30 Nickel, 37 bis 42 Kupfer — 40 Silber, 20 bis 30 Nickel, 30 bis 40 Kupfer) ist härter und schwerer zu bearbeiten als 12lötiges Silber, dabei kaum schöner von Farbe als gutes Neusilber und kostspielig in der Herstellung dadurch, dass dazu das gewöhnliche käufliche Nickel sehr sorgfältig gereinigt werden muss; sie möchte demnach — sofern man von Betrug absieht — kaum sich empfehlen. Dies gilt in noch höherem Grade, wenn zur

Kostenersparung ein bedeutender Teil des Nickels durch Zink ersetzt wird, wie in folgenden Zusammensetzungen der Fall ist:

Silber	33,3	34	40,0
Nickel	8,6	8	4,6
Kupfer	41,8	42	44,6
Zink	16,3	16	10,8

Erwähnenswert ist auch der Vorschlag, neben dem Kupfer (oder gänzlich statt desselben) Kadmium in die Legierung einzuführen, um die Farbe weisser zu machen; folgende derartige Mischungen werden angegeben:

Silber . . .	980	950	900	800	666	666	666	500
Kupfer . .	15	15	18	20	—	25	50	30
Kadmium .	5	35	82	180	334	309	284	470

Die Gewinnung des Silbers aus den eigentlichen Silbererzen, sowie aus silberhaltigen Blei- und Kupfererzen erfordert eine Anzahl verwickelter Vorgänge, deren Theorie und Darstellung der chemischen Technologie angehört und deren Ergebnis das Brandsilber, Feinsilber bildet; dasselbe soll nicht über $^1/_5$ % unedle Metalle enthalten. Häufig findet sich darin eine sehr kleine Menge Gold, welches bei allen früheren Bearbeitungen in Begleitung des Silbers geblieben ist, und durch ein besonderes Verfahren davon getrennt werden kann (S. 75).

Mit Kupfer legiertes Silber (z. B. alte Münzen u. dgl.) soll oftmals gereinigt, und daraus das Silber dargestellt werden (Silberscheidung, Feinmachen, Affinieren des Silbers. Zu diesem Behufe wird das (nötigenfalls gekörnte oder sonst zerkleinerte) Metallgemisch durch Rösten in einem Flammofen oxydiert und in bleiernen Pfannen mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, welche nur das Kupfer auflöst, das Silber aber, nur noch mit 5 oder 6 % Kupfer verbunden, zurücklässt. Dieses unreine Silber wird nun mit reiner Schwefelsäure in gusseisernen bedeckten Kesseln gekocht; das etwa vorhandene Gold bleibt als schwarzer Staub zurück, Silber und Kupfer aber lösen sich auf und aus dieser Flüssigkeit schlägt man durch hineingestellte Kupferbleche das Silber in Pulvergestalt nieder. Die endlich bleibende Auflösung enthält nur Kupfervitriol (schwefelsaures Kupferoxyd).[1])

Das Silber aus den Feilspänen und anderen Abfällen der Silberarbeiter (Krätze, Silberkrätze) wird wiedergewonnen wie das Gold aus ähnlichen Abfällen, worin es enthalten ist. — Um von versilbertem oder silberverplattetem Kupfer das Silber zu gewinnen ohne das Ganze aufzulösen, dient folgendes Verfahren: In einem Gefässe von Steinzeug oder allenfalls in einem gusseisernen Kessel wird englische Schwefelsäure mit Zusatz von 5 % Natronsalpeter auf 100° C. erwärmt; dann taucht man ein siebartig durchlöchertes Eimerchen von Eisenblech, worin die zu entsilbernden Arbeitsabfälle u. s. w. sich befinden, hinein, bewegt es auf und ab, lässt es nach geschehener Auflösung des Silbers abtropfen und schwenkt es schliesslich in kaltem Wasser herum. Die Säure wirkt anfangs in wenigen Minuten, später desto langsamer, je mehr Silber sie schon aufgenommen hat; aus ihr wird durch Kochsalz Chlorsilber niedergeschlagen, welche leicht in metallisches Silber überzuführen ist.

9. Platin.[2])

Die Anwendungen des Platins in den Gewerben sind ziemlich beschränkt. Man verfertigt daraus Schmelztiegel, Abdampfschalen, Löffelchen u. s. w. für chemische Laboratorien, Destillierkessel für Schwefelsäure-

[1]) D. p. J. 1828, 28, 1. Prechtl, Techn. Encykl. 1842, Bd. 12, S. 293.
[2]) Bolley-Stölzel, Metallurgie, Braunschweig 1863—86, S. 1405.

fabriken; in Russland wurde es (von 1828 bis 1844) ausgemünzt; dünne, nach Art des Blattgoldes aus Platin geschlagene Blättchen wendet man zuweilen statt des Silbers zum Belegen hölzerner Rahmen, Schnitzarbeit u. s. w. an, wobei das Platin besonders neben der Vergoldung eine gute Wirkung macht, und den Vorzug hat, dass es nicht wie Silber braun anläuft; weisse Verzierungen auf Goldschmuck werden manchmal aus Platin hergestellt; ja Kettchen, Stockknöpfe, Tabaksdosen u. dgl. sind manchmal ganz aus Platin gemacht worden, haben jedoch wegen ihrer unansehnlichen Farbe wenig Beifall gefunden.

Das Platin hat ein Einheitsgewicht von 21,0 bis 21,74, ist ebenso unveränderlich bei der Einwirkung der Luft, Feuchtigkeit u. a. Einflüsse, wie das reine Gold; wie dieses löst es sich in keiner Säure, sondern nur in Chlor und Königswasser auf; es hat sogar vor dem Golde den Vorzug grösserer Härte und Festigkeit (Platindrähte zerreissen, hartgezogen bei einer Belastung von 34 bis 40 *kg*, geglüht bei 27 bis 31,8 *kg* auf 1 *qmm*), ohne in viel geringerem Grade dehnbar zu sein. Demnach würde es sich zur Verarbeitung und Anwendung in allen den Fällen eignen, wo man sich des Goldes bedient; um so mehr, als sein Preis nur etwa den dritten Teil des Goldpreises (oder nahe das Fünffache des Silberpreises) erreicht. Allein die grauweisse, der des Silbers an Schönheit weit nachstehende Farbe des Platins ist wenig geeignet, dasselbe als Gegenstand des Schmuckes angenehm zu machen; und überdies erschwert die Schwerschmelzbarkeit dieses Metalls seine Verarbeitung. Das Platin ist nämlich so strengflüssig (der Schmelzpunkt wird bei etwa 2500° C. liegen), dass es im heftigsten Ofenfeuer nur in kleinen Mengen geschmolzen werden kann; dagegen ist es schweissbar, so dass sich Pulver und kleinere Stücke in der Weissglühhitze durch starken Druck oder Hammerschläge zu grösseren Massen vereinigen. Sein Gefüge ist nach lange fortgesetzter Bearbeitung sehr dicht, in dicken geschmiedeten Stücken aber so stark faserig, dass der Bruch dem des sehnigen Stabeisens ähnlich erscheint.

An reinem geschmiedeten Platin wurde das Einheitsgewicht 21,267 bis 21,309 beobachtet; einzelne bedeutend höhere Angaben (bis zu 23,543) scheinen auf Irrtum zu beruhen. Unreines (russisches) Platin zeigte ein viel niedrigeres Einheitsgewicht, nämlich geschmiedet 19,070, in Münzen 19,105 bis 19,876.

Das Schmelzen einigermassen grosser Mengen Platin (bis zu 15 *kg* auf einmal) ist gelungen (I, S. 165), indem man ein Gefäss aus gebranntem Kalkstein und zur Erhitzung die durch Sauerstoffgas angefachte Flamme des Wasserstoffgases oder des Leuchtgases aus Steinkohlen gebrauchte.[1] Das geschmolzene Platin zeigte das Einheitsgewicht = 21,15.

Verschiedene Legierungen des Platins sind empfohlen und zum Teil angewendet worden, um Schmucksachen u. dgl. herzustellen, welche eine vorteilhaftere Farbe zeigen als unvermischtes Platin. a) Weisse Zusammensetzungen (platine au titre genannt), und zwar No. 1: 35 Platin, 65 Silber; No. 2: $17^1/_2$ Platin, $82^1/_2$ Silber. Zum Löten der Gegenstände wendet man als Lot die Platin-Silber-Legierung selbst an, nachdem man ihr 2 bis 3% Kupfer zugesetzt hat, um sie schmelzbarer zu machen. — b) Zusammensetzungen von goldähnlicher Farbe: 3 Platin, 13 (auch mehr oder weniger) Kupfer; oder: 2 Platin, 1 Silber, 2 Messing, 1 Nickel, 5 Kupfer.

[1] D. p. J. 1859, **154**, S. 130 m. Abb.

Legierung zu Schreibfedern, welche dem Rosten nicht unterliegen: 4 Platin, 3 Silber, 1 Kupfer. — Legierungen um Blech und Draht zur Verfertigung künstlicher Gebisse daraus herzustellen: 2 Platin, 1 Gold; — 2 Platin, 1 Silber; 6 bis 9 Platin, 2 Gold, 1 Silber; 14 Platin, 4 Gold, 6 Silber; — 2 Platin, 1 Silber, 1 Palladium; — 10 Platin, 6 Gold, 8 Palladium.

Zur Bereitung der Legierungen wird das Platin als Platinschwamm (s. unten) den übrigen schon geschmolzenen Metallen zugesetzt.

Das Platinerz (das rohe Platin, der Platinsand), woraus das Platin dargestellt wird, findet sich in Südamerika und am Ural in Körnern von der Grösse eines feinen Sandes bis zu der einer Erbse und zuweilen in noch grösseren Stücken; es enthält nicht unbeträchtliche Beimischungen anderer Metalle, als: Eisen, Kupfer, Palladium, Iridium, Rhodium, Osmium u. s. w., so dass der Platingehalt nur 55 bis 87 % beträgt. Um daraus das Platin darzustellen, befolgt man in Russland folgendes Verfahren. Das Erz wird in grossen Porzellanschalen mit Königswasser (aus 3 Teilen Salzsäure vom Einheitsgewichte 1,205 und 1 Teil Salpetersäure vom Einheitsgewicht 1,375) übergossen, und durch acht- bis zehnstündige Erwärmung aufgelöst. Die Auflösung wird in Glasgefässen mit Salmiakauflösung vermischt, wodurch ein gelber pulveriger Niederschlag (Platinsalmiak) sich abscheidet, der aus Platinchlorid und Chlorammonium (salzsaurem Ammoniak) besteht, mit Wasser ausgewaschen, getrocknet, endlich in Schalen von Platin geglüht wird. Er hinterlässt hierbei das Platin als eine Masse kleiner, lockerer und weicher Klümpchen von grauer Farbe und ohne Glanz (Platinschwamm, schwammiges Platin). Man bringt das Metall durch Schweissung in die Gestalt zusammenhängender, schmiedbarer Massen. Zu diesem Behufe wird der Platinschwamm in einem messingenen Mörser mit einer ebenfalls messingenen Keule zerrieben, durch ein feines Sieb gesichtet, in eine gusseiserne Form gefüllt und durch einen daraufgesetzten, in die Form passenden, stählernen Stempel mittels einer mächtigen Schraubenpresse so stark als möglich zusammengedrückt. Nach dem Herausnehmen aus der Form erscheint das Metall als eine niedrige Walze, die zwar dicht aussieht, aber doch noch beim Schlagen zerbröckelt. Eine Anzahl solcher Walzen oder Scheiben wird nun im Porzellanbrennofen 36 Stunden lang heftig geglüht, wobei sie bedeutend zusammenschwinden; so dass eine Scheibe von 100 *mm* Durchmesser und 19 *mm* Dicke nach dem Glühen nur noch 81 *mm* Durchmesser und 13 *mm* Dicke betitzt. In diesem Zustande lässt sich das Platin ohne besondere Vorsicht schmieden und sodann durch Walzen zu Blech ausdehnen, zu Draht ziehen, überhaupt beliebig verarbeiten.

Man kann auch 1 Teil Platinerz mit 2 bis 3 Teilen Zink zusammenschmelzen, dieses höchst spröde Gemisch zu feinem Pulver stossen, das gebeutelte Pulver durch Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure von Zink und Eisen befreien, aus dem ausgewaschenen Rückstande durch Salpetersäure den grössten Anteil der übrigen fremden Metalle entfernen, endlich das übrigbleibende Platin durch Auflösen in Königswasser u. s. w. (wie oben) zu gute machen. Der Vorzug dieses Verfahrens besteht in einer grossen Ersparnis an Königswasser und schnellerer Wirkung desselben.

Ein neues Verfahren der Platindarstellung[1]) läuft wesentlich darauf hin-

[1]) Bulletin d'Encouragement, 1861, S. 414.

aus, das Erz (bis zu 30 *kg* auf einmal) mit Blei zusammenzuschmelzen, die Legierung dem Abtreiben zu unterwerfen und zuletzt das übrigbleibende Platin auf die S. 69 angegebene Weise zu schmelzen.

10. Gold.[1])

Das reine Gold hat die bekannte feurig hochgelbe Farbe, und nimmt durch Polieren einen starken Glanz an. Seine Elasticität ist nicht bedeutend, daher es wenig Klang hat; an Härte steht es dem Silber nach, geht aber dem Zinn vor; an Dehnbarkeit übertrifft es alle übrigen Metalle, so dass z. B. die dünnsten Blättchen des geschlagenen Goldes nicht oder nur wenig über $^1/_{9000}$ *mm* dick sind, und der Goldüberzug auf den feinsten vergoldeten Silberdrähten zuweilen gar nur $^1/_{22000}$ *mm* Dicke hat. Das Einheitsgewicht des reinen Goldes geht von 19,26 (im gegossenen Zustande) bis zu 19,5, und selbst 19,65 (wenn es durch Bearbeitung verdichtet ist). Die Reissfestigkeit ist fast jener des Silbers gleich und beträgt (für 1 *qmm*) bei gegossenem Metalle 7,5 *kg*, bei hartgezogenen Drähten 20,3 bis 33,2, bei ausgeglühten Drähten 17,1 bis 18,8 *kg*. Die Schmelzhitze des Goldes ist etwas grösser als die des Silbers, und wird zu 1037° C. angegeben. Im Schmelzen (wobei es sich weder verflüchtigt noch oxydiert) leuchtet dasselbe mit meergrüner Farbe; beim Wiedererstarren zieht es sich beträchtlich zusammen. Weder Luft noch Feuchtigkeit noch Säuren zeigen eine Wirkung auf das reine Gold; sein Auflösungsmittel ist das Chlor, statt dessen man gewöhnlich das Königswasser (eine Mischung von Salzsäure und Salpetersäure, in welcher viel Chlor enthalten ist) anwendet. Aus der Goldauflösung wird durch Zusatz von aufgelöstem Eisenvitriol das Gold in Gestalt eines braunen Pulvers ausgeschieden. In dem so zu erlangenden Zustande chemischer Reinheit zeigt das Gold eine ausserordentliche Bildsamkeit, an diejenige des Wachses erinnernd, daher seine ausgedehnte Anwendung in der Technik der Zahnärzte.

Von dieser Verwendung abgesehen, wird das Gold, mit noch viel mehr Grund als Silber, fast nie rein verarbeitet, sowohl weil es sehr weich und der Abnutzung unterworfen ist, als auch seiner Kostspieligkeit wegen. Der Zusatz ist meistenteils sehr beträchtlich und besteht entweder in Kupfer (rote Karatierung), oder in Silber (weisse Karatierung), oder in Kupfer und Silber (gemischte Karatierung). Die Farbe des legierten oder karatierten Goldes ist desto rötlicher, je mehr es Kupfer, und desto blasser gelb, je mehr es Silber enthält. Zur Gehaltsbestimmung wird die Mark Gold in 24 Karat, das Karat in 12 Grän geteilt. Ein Grän ist also, wie beim Silber, der 288ste Teil der Mark. Man drückt den Feingehalt des Goldes dadurch aus, dass man angiebt, wieviel Karat und Grän, oder geradezu wieviel Grän reinen (feinen) Goldes in der Mark enthalten sind. So besteht 14karatiges Gold (oder Gold von 168 Grän fein) aus 14 Teilen Gold und

[1]) Bolley-Stölzel, Metallurgie, S. 1325.

10 Teilen Zusatz; Gold von 7 Karat 10 Grän (oder 94 Grän) aus $7^{10}/_{12}$ (94) Gold und $16^{2}/_{12}$ (194) Zusatz. In den Ländern, in welchen der Feingehalt des Silbers nach Tausendteilen ausgedrückt zu werden pflegt (S. 63), ist diese Bezeichnung auch beim Golde üblich. Auf das im Zusatze enthaltene Silber wird (ausser bei grossen Massen) keine Rücksicht genommen, da dessen Wert, neben jenem des Goldes, für die gewöhnlichen Fälle von geringer Bedeutung ist.

Zu besseren Arbeiten wird in den meisten deutschen Ländern 14karatiges (0,583 feines) und auch 18karatiges (0,750 feines) Gold verwendet; zu leichteren Waren verarbeitet man aber oft viel schlechteres, z. B. 6karatiges (sogenanntes Joujougold), 4-, 3- und selbst $2^1/_2$karatiges, so dass man dem äussern Ansehen zum Teil durch Vergoldung nachzuhelfen genötigt ist. Das feinste verarbeitete Gold ist das Dukatengold; es enthält $23^1/_2$ bis $23^2/_3$ Karat (0,979 bis 0,986), also nur $^1/_{48}$ oder $^1/_{72}$ Zusatz. Das Pistolengold ist $21^1/_2$- und $22^2/_3$karatig (0,895 und 0,902). Gold, welches den zur Verarbeitung gesetzlich vorgeschriebenen Feingehalt hat, wird Probegold genannt. Gehalt des Probegoldes in:

		Karat	Grän		Tausendteile
England	*old standard gold* (wenig mehr gebräuchlich)	22	—	=	0,916
	new standard gold	18	—	=	0,750
Frankreich, Belgien, Mailand, Venedig	No. 1,	22	0,96	=	0,920
	No. 2,	20	1,92	=	0,840
	No. 3 (das üblichste)	18	—	=	0,750[1])
Österreich (vor 1866) . .	No. 1,	7	10,0	=	0,326
	No. 2,	13	1,00	=	0,545
	No. 3,	18	5,00	=	0,767
Osterreich (seit 1866) . .	No. 1,	22	0,96	=	0,920
	No. 2,	20	1,92	=	0,840
	No. 3,	18	—	=	0,750
	Nr. 4,	13	11,04	=	0,580

Goldene Denkmünzen halten in Frankreich 0,916 oder 22 Karat.

In Deutschland (Reichsgesetz vom 10. Juli 1884) darf der Feingehalt der Goldwaren (in Tausendteilen) an denselben seitens der Verfertiger durch Stempelung angegeben werden, jedoch ist solches für Geräte nur zulässig, wenn deren Feingehalt 0,585 und mehr beträgt. Zu der Zahl, welche den Feingehalt ausdrückt, ist ein Stempel zu fügen, welcher aus einer, von einem Kreis (Sonne-Gold) umgebenen Kaiserkrone besteht. Die Fehlergrenze darf zehn Tausendteile nicht überschreiten, wenn der Gegenstand im ganzen eingeschmolzen wird. Gegenstände, welche zum Teil aus anderen Metallen bestehen, dürfen nicht gestempelt werden, es sei denn, dass diese anderen Metalle (Verzierungen, mechanische Vorrichtungen, Verstärkungen ohne metallische Verbindung mit dem Golde) sofort von der eigentlichen Goldware unterschieden werden können.

Weisse Karatierung wird sehr selten angewendet, da sie das Gold zu blass (messinggelb) macht; rote Karatierung schon öfter; am gebräuchlichsten aber ist die gemischte Karatierung, in welcher das Verhältnis des Kupfers zum Silber sehr verschieden gewählt wird, je nachdem man eine mehr gelbe oder mehr rötliche Farbe zu erlangen wünscht; hiernach besteht der Zusatz zu $^3/_{10}$, $^1/_3$, $^1/_2$, $^3/_5$, $^5/_8$ oder $^2/_3$ aus Silber. 14karatig z. B. wird das gelbe (sogenannte englische) Gold aus 14 Gold, 6 Silber, 4 Kupfer zusammengesetzt; ein röteres aus 14 Gold, 3 Silber, 7 Kupfer, sehr rotes zu gefärbten Arbeiten aus 14 Gold, 1 Silber, 9 Kupfer; — 16karatiges Gold, gelb aus 16 Gold, $4^2/_3$ Silber, $3^1/_3$ Kupfer; rot aus 16 Gold, $1^3/_5$ Silber, $6^2/_5$ Kupfer; — 18karatiges, gelb aus 18 Gold, $3^1/_2$ Silber, $2^1/_2$ Kupfer; rot aus 18 Gold, $2^1/_2$ Silber, $3^1/_2$ Kupfer. — Federgold, welches zu Draht gezogen oder zu Blech ausgewalzt so hart und elastisch wird, dass man daraus Federn machen kann, die den stählernen wenig nachgeben,

[1]) Gesetzlich bis 0,747 geduldet.

ist 16karatig und aus 16 Gold mit $2^2/_3$ Silber und $5^1/_3$ Kupfer, oder 2 Silber und 6 Kupfer zusammengesetzt.

Es wird angegeben, dass Schmuckwaren aus einer betrüglich gemachten Legierung von Gold, Kupfer und Zink vorgekommen seien, welche bei einem wirklichen Gehalte von nur 12 Karat ganz die Farbe des 14karatigen Goldes zeigten, als solches verkauft waren, aber nach längerer Zeit von selbst rissig und unbrauchbar wurden.

Besondere Legierungen werden angewendet, um Gold von verschiedenen Farben zu Verzierungen auf Goldarbeiten hervorzubringen (farbiges Gold), und zwar: grünes Gold (eigentlich grünlichgelb, nur durch den Gegensatz zu daneben angebrachtem roten Golde blassgrün erscheinend) gewöhnlich aus 2 bis 6 Teilen fein Gold und 1 Teil fein Silber; aber auch unter Mitanwendung von Kadmium (750 Gold, 166 Silber, 84 Kadmium; oder 750 Gold, 125 Silber, 125 Kadmium; oder 746 Gold, 114 Silber, 97 Kupfer, 43 Kadmium); — gelbes Gold, im besonderen blassgelb: 1 Gold, 2 Silber; hochgelb: 4 Gold, 3 Silber, 1 Kupfer; oder 147 Gold, 7 Silber, 6 Kupfer; oder 147 Gold, 9 Silber, 4 Kupfer; — rotes Gold, im besonderen blassrot: 3 Gold, 1 Silber, 1 Kupfer; oder 10 Gold, 1 Silber, 4 Kupfer; hochrot: 1 Gold, 1 Kupfer; oder 1 Gold, 2 Kupfer; — graues Gold: 30 Gold, 3 Silber, 2 Stahlfeilspäne; oder 4 Gold, 1 Stahl; oder 29 Gold, 11 Silber; blaues Gold: 1 bis 3 Gold, 1 Stahl. — Um in dieser Farbenreihe auch Weiss zu haben, wendet man unvermischtes Silber oder Platin an.

Metallmischung zum Ausfüttern der Zapfenlöcher in Uhren (welche weniger Reibung erzeugen soll, als Edelsteine): 72 Gold, 44 Silber, 92 Kupfer, 24 Palladium. Bräunlichrot von Farbe, so feinkörnig wie Stahl, beinahe so hart wie Schmiedeisen, und einer guten Politur fähig.

Die Legierung des Goldes geschieht durch Zusammenschmelzen in Graphittiegeln im Windofen oder im Schmiedefeuer; sorgfältiges Umrühren ist hierbei sehr wesentlich, um eine gleichförmige Mischung zu erhalten, da das Gold wegen seines grossen Einheitsgewichts sich sehr leicht in grösserer Menge auf den Boden des Tiegels begiebt. Da gewöhnlich alte Goldarbeiten von verschiedenem Gehalte einzuschmelzen sind, so mischt man diese miteinander in solchem Verhältnisse, dass entweder schon hierdurch oder nötigenfalls erst noch durch Zusatz von Kupfer und Silber, oder von Dukatengold derjenige Feingehalt entsteht, welchen man beabsichtigt. Das angewendete Kupfer muss sehr rein und das alte Gold nicht mit Zinnlot verunreinigt sein; denn sehr kleine Beimischungen von Zinn, Blei oder Zink vermindern die Dehnbarkeit des Goldes merklich. Goldabfälle (Schnitzel und Feilspäne) reinigt man vor dem Einschmelzen sorgfältig von Eisenteilen unter Benutzung eines Magnetes.

Die Mischungen aus Gold und Kupfer, wie auch die aus Gold und Silber, zeigen nicht die beim legierten Silber (S. 63) beobachtete Erscheinung, während des Erstarrens einen ungleichen Feingehalt in verschiedenen Teilen desselben Gussstückes anzunehmen.

Öchsle's Goldlegierungswage, mittels welcher auf rein mechanischem Wege ohne Rechnung, die Menge von Gold oder Kupfer gefunden wird, welche zu einer gegebenen Menge legierten Goldes hinzugefügt werden muss, um es in eine Legierung von gewünschtem höheren oder niedrigeren Gehalte zu verwandeln, — ist nur für rote Karatierung bestimmt[1]); dagegen desselben Erfinders sogenannte Rechenmaschine zur mechanischen Lösung ähnlicher Aufgaben auch bei gemischter Karatierung.[2])

---

[1]) D. p. J. 1838, 67, 262 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1840, 78, 338.

Das **Probieren** des Goldes geschieht auf dem **Probiersteine** (S. 66) mittels der **Probiernadeln** oder **Goldnadeln**, **Goldstreichnadeln**; weit genauer durch **Abtreiben** (**Kupellieren**, **Kapellenprobe**)[1]) oder durch die **nasse Probe**. Bei der **Strichprobe** muss man Probirnadeln von roter, weisser und gemischter Karatierung, und zwar von 6 bis zu 18 Karat Feingehalt haben. Der Strich lässt sich durch seine Farbe allein nicht genau und sicher beurteilen; man benetzt ihn daher mit Scheidewasser (Salpetersäure) — besser mit der aus reiner Salpetersäure und etwas Salzsäure oder Kochsalz zusammengesetzten **Probesäure** (98 Teile Salpetersäure vom Einheitsgewicht 1,34 auf 2 Teile Salzsäure von 1,17 und 25 Teile Wasser; oder 125 Salpetersäure von 1,27 und 2 Salzsäure von 1,17 ohne Wasserzusatz; nach anderer Vorschrift: für 15- bis 18karatiges Gold 200 Teile Salpetersäure von 1,31 und 3 Teile Kochsalz; für 11- bis 15karatig 1000 Salpetersäure von 1,165 und 1 Kochsalz; für 6- bis 11karatig Salpetersäure von 1,214 ohne Kochsalz) — und beobachtet, welcher von den Nadelstrichen gleichzeitig mit dem Striche des geprüften Goldes entfärbt oder angegriffen wird, und welcher Nadelstrich mit dem letztern am nächsten hinsichtlich der auf dem Steine ungelöst zurückbleibenden Menge Gold übereinstimmt. Die Strichprobe ist bei Gold überhaupt sehr unzuverlässig und auf Gold unter 6 Karat oder über 18 Karat Feingehalt gar nicht andwendbar. Striche von Tombak und ähnlichen unedlen Metallmischungen, welche mit Gold verwechselt werden könnten, nimmt das Scheidewasser ganz weg; aber auch von dem Striche sehr geringhaltigen Goldes bleibt nichts oder fast nichts stehen, weil das wenige reine Gold zu lose auf dem Steine haftet und mechanisch beim Aufstreichen der Säure weggewischt wird. — Bei der Probe durch Abtreiben wird das Gold mit Silber und Blei zusammengeschmolzen und die Mischung wie eine Silberprobe behandelt. Es bleibt ein goldhaltiges Silberkorn zurück, welches zu einem Streifen ausgehämmert und mit Salpetersäure gekocht wird, wobei diese das Silber auflöst, das Gold aber rein zurücklässt. — Bei der (nicht üblichen) nassen Probe wird das legierte Gold in Königswasser aufgelöst und durch Eisenvitriol das reine Gold aus der Auflösuug abgeschieden; oder man schmilzt das zu prüfende Metall mit Silber zusammen und löst es in Salpetersäure auf, wobei das Gold zurückbleibt. In diesen beiden Fällen, sowie bei der Kapellenprobe, zeigt das Gewicht des zuletzt erhaltenen reinen Goldes, verglichen mit dem Gewichte der angewendeten Legierung, den Feingehalt der letzteren an.

Das Einheitsgewicht des legierten Goldes kann nicht zur Erforschung des Feingehaltes dienen; es ist zwar im allgemeinen desto geringer, je mehr Zusatz das Gold enthält, aber das Einheitsgewicht des reinen Goldes wird durch beigemischtes Kupfer weit mehr heruntergezogen, als durch einen gleichgrossen Zusatz von Silber. Dies zeigen z. B. folgende drei Legierungen von gleichem Feingehalte = 21 Karat, 5,4 Grän oder 257,4 Grän (fast 0,894), deren Einheitsgewicht in gegossenem Zustande bestimmt wurde: legiert mit 30,6 Grän Kupfer, 17,157; mit 19,2 Grän Kupfer und 11,4 Grän Silber, 17,344; mit 7,8 Grän Kupfer und 22,8 Grän Silber, 17,927. — Die Mischung von 12 Teilen Gold mit 1 Teil

[1]) E. **Schlösser**, Münztechnik, Hannover 1884, S. 83.

Kupfer (rote Karatierung 22 Karat 2 Grän oder 0,923 fein) soll das Einheitsgewicht 17,257 haben; 22karatiges Gold = 0,916 (wahrscheinlich gemischt legiert) 17,720; rote Karatierung 7 Karat 10 Grän oder 0,326 fein, 10,279. Nachstehende Bestimmungen betreffen Goldmünzen:

Karat	Grän			
23	8	= 0,986	Österreichische Dukaten	18,973
22	—	= 0,916	Engl. Sovereigns rötlich (ungebeizt)	17,429
22	—	= 0,916	Dergleichen, gelb (gebeizt	17,716
21	8	= 0,902	Preussische Pistolen, gelb	17,291
21	7,2	= 0,900	Zwanzigfranken-Stücke, rötlich	17,155
21	7,2	= 0,900	Dergleichen, gelb	17,419
21	6	= 0,895	Hannoversche Pistolen, rötlich	17,096
21	6	= 0,895	Dergleichen, gelb	17,269

Legierungen aus Gold und Silber, gegossen:

Auf 1 T. Gold	Feingehalt	Einheitsgew.	Auf 1 T. Gold	Feingehalt	Einhtsg.
0,091 T. Silber	(0,916)	18,041	1,096 T. Silber	(0,477)	13,432
0,137 „ „	(0,879)	17,540	2,193 „ „	(0,313)	12,257
0,274 „ „	(0,785)	16,351	3,289 „ „	(0,233)	11,760
0,548 „ „	(0,646)	14,870			

Durch die Legierung wird das Gold leichtflüssiger, weniger dehnbar, aber viel härter und fester; auch erlangt das legierte Gold durch Hämmern, Walzen und Drahtziehen viel schneller und in viel höherem Grade als das reine Gold eine solche Härte (und selbst Sprödigkeit), dass man es ausglühen muss, um die Bearbeitung fortsetzen zu können. In diesen Beziehungen äussert der Zusatz von Kupfer einen auffallendern Einfluss, als der von Silber. Drähte aus Pistolengold (0,902) zerreissen durch eine Kraft, welche, für 1 *qmm* berechnet, 45,8 *kg* beträgt. Drähte aus 14karätigem Golde (0,583), welches zu $^7/_{10}$ mit Kupfer und $^3/_{10}$ mit Silber legiert war (also aus 14 Teilen Gold, 7 Teilen Kupfer und 3 Teilen Silber bestand), zerrissen bei einer Belastung, welche von 92,9 bis 111,5 *kg* für 1 *qmm* stieg, wenn sie hartgezogen, und von 68,8 bis 79,8 *kg*, wenn sie geglüht waren.

Das Vorkommen des Goldes in der Natur ist nicht sehr mannigfaltig, denn dieses Metall findet sich stets als solches, und zwar zumeist mit anderen Metallen, immer aber mit Silber verbunden. Infolgedessen ist das Ergebnis der zu seiner Gewinnung erforderlichen Aufbereitungs-[1]), Schmelz- und Verquickungs-Vorgänge stets ein silberhaltiges Gold oder (noch gewöhnlicher, wenn das Silber überwiegt) ein goldhaltiges (güldisches) Silber. Daher ist zuletzt immer noch die Trennung dieser beiden Metalle erforderlich, welche durch die sogenannte Goldscheidung bewirkt wird.

Gegenwärtig hat die Scheidung durch Schwefelsäure alle anderen früher ausgeübten Scheidungs-Verfahren verdrängt. Das güldische Silber wird durch Schmelzen und Ausgiessen in Wasser in Körner verwandelt (gekörnt). Ist die Menge des Goldes in der Mischung überwiegend, so muss letztere noch mit Silber zusammengeschmolzen werden, weil die Schwefelsäure nur auf eine Legierung, in welcher das Silber stark vorherrschend ist (d. h. wohl auf goldhaltiges Silber, nicht aber auf silberhaltiges Gold), einwirkt. Man bringt das gekörnte Metall in einen gusseisernen Kessel, der mit einem bleiernen Deckel,

[1]) C. Zerrenner, Anleitung zum Gold-, Platin- und Diamanten-Waschen aus Seifengebirge, Ufer- und Flussbett-Sand. Leipzig 1851.

einem Sicherheits-Ventile und einem Abzugsrohre für die Dämpfe versehen ist, übergiesst es mit starker Schwefelsäure und kocht so lange, bis das Silber (nebst dem etwa vorhandenen Kupfer) gänzlich aufgelöst ist, wobei das Gold als Pulver zurückbleibt. Dieses schmilzt man in Tiegeln zusammen; die schwefelsaure Auflösung aber wird in bleierne Pfannen gebracht, in die man Kupferplatten stellt, um das Silber als metallischen Staub abzuscheiden, der dann auf einem Test zusammengeschmolzen und mit Bleizusatz feingebrannt wird.[1])

Bei der Wohlfeilheit der Schwefelsäure, und seit man (statt der früher angewendeten Platingefässe) eiserne Kessel anwenden gelernt hat, ist die Scheidung selbst bei solchem Silber noch lohnend, welches kaum $^1/_{100000}$ ($^1/_{1000}$ %) seines Gewichtes an Gold enthält, so dass sehr viel altes verarbeitetes Silber, in welchem fast immer ein sehr kleiner Goldgehalt sich findet, mit Vorteil geschieden, d. h. zur Gewinnung des Goldes in Schwefelsäure aufgelöst worden ist. Das geschiedene Gold (Scheidegold) hat gewöhnlich einen Feingehalt von etwa 0,996 bis 0,997 (23 Karat 11 Grän); das dabei gewonnene Silber von 0,990 bis 0,992 (15 Lot 15 bis $15^1/_2$ Grän). Vergl. Silberscheidung S. 68.

Feinmachen des Goldes durch Cementieren: Aus dem mit viel Kupfer versetzten Golde, am besten wenn es 8- bis 12karatig ist, kann Feingold dargestellt werden, indem man es zu dünnen Platten auswalzt, dann in einem thönernen Tiegel mit nachstehendem Cementierpulver (auf je 1 Teil Gold 3 Teile Ziegelmehl, 1 Teil Kochsalz, 1 Teil Alaun, 1 Teil Eisenvitriol, innig gemengt und mit Essig befeuchtet) schichtet, ziemlich fest eindrückt, endlich 3 bis 4 Stunden lang in schwachem Rotglühen erhält. Das nun zwar gereinigte aber sehr poröse und mürbe Gold wird mit etwas Borax geschmolzen.

Die Feilspäne, Abschabsel und andere Abfälle von der Bearbeitung des Goldes (Krätze, Gekrätz, Goldkrätze) werden zur Wiedergewinnung des Goldes entweder bloss geschlämmt und geschmolzen, oder dem Verquicken (I, S. 540) in den sogenannten Krätzmühlen unterworfen.[2]) Letztere bestehen aus Kufen mit eingesetzten eisernen Schalen und einer Rühr-Vorrichtung, oder in einer Tonne, welche um ihre Achse gedreht wird. Die Krätze wird nebst Quecksilber und heissem Wasser eingefüllt und ein paar Stunden gerieben oder geschüttelt, wobei das Gold mit dem Quecksilber sich verbindet. Dieses trennt man durch Auspressen in einem Beutel von sämischgarem Leder vom überflüssigen Quecksilber, erhitzt es zur gänzlichen Entfernung des Quecksilbers in eisernen Gefässen und schmilzt endlich das zurückgebliebene Gold zusammen. War die Krätze silberhaltig, so ist das Erzeugnis eine Mischung aus Gold und Silber, welche auf die schon angegebene Weise geschieden werden kann.

11. Metallgemische oder Legierungen.

Aus den bisherigen Erörterungen geht hervor, dass kaum ein Metall rein verarbeitet wird; Beimischungen, welche die Eigenschaften des reinen Metalls in der einen oder anderen Richtung so beeinflussen, bezw. ändern, wie es für einen vorliegenden Zweck gewünscht wird, vermitteln den Metallen das grosse Verwendungsgebiet, welches sie beherrschen.

Die bisher angeführten Beimischungen (S. 4, 40, 45, 51, 53, 58, 61, 63, 69, 71) lassen indessen die Eigenart des Hauptmetalls im wesentlichen noch deutlich hervortreten; das ist nicht mehr der Fall bei den folgenden Metallgemischen, welche deshalb auch den Metallen gegen-

---

[1]) Prechtl, Techn. Encykl. 1836, Bd. VII, S. 129.
Br. Kerl, Die Rammelsberger Hüttenprozesse, Clausthal 1854, S. 135.
[2]) Prechtl, Techn. Encykl. 1836, Bd. VII, S. 167 m. Abb.
D. p. J. 1838, **67**, 375 m. Abb.

über, aus welchen sie zusammengesetzt wurden, eine gewisse Selbständigkeit einnehmen. Es sind das die Legierungen des Kupfers mit Zink, Zinn, Nickel, Eisen und Aluminium.

A. Gelbkupfer (Messing und Tombak).

Die Legierungen des Kupfers mit Zink bezeichnen wir im allgemeinen mit dem Namen Gelbkupfer, obschon dies kein in der Technik gebräuchlicher Ausdruck ist. Diejenigen darunter, welche mehr Zink enthalten, und daher weniger von den Eigenschaften des reinen Kupfers besitzen, nennt man Messing; die mit einem kleineren Anteile Zink, welche sich minder auffallend vom Kupfer unterscheiden, heissen Tombak (rotes Messing, als Gussware zuweilen Rotguss genannt). Zu letzterem gehören auch verschiedene Mischungen, bei deren Zusammensetzung man eine mehr oder weniger goldähnliche Farbe zu erreichen strebt, und welche mancherlei Namen führen, als Pinchbeak (Pinschbeck), Semilor, Manheimer Gold, Prinzmetall u. s. w.

Im ganzen genommen hat das Gelbkupfer (wie der Name anzeigt) eine gelbe Farbe; allein diese ist nur bei einem gewissen Verhältnisse der Bestandteile (bei dem eigentlichen Messing) rein hellgelb, und verändert sich auf eine merkwürdige Weise so, dass sie zwar von der Grösse des Zinkgehaltes abhängt, aber die Farbeabstufungen nicht gleichen Schritt mit der Menge des Zinks halten. Schon durch eine kleine Menge Zink wird die rote Farbe des Kupfers blässer; vom Rötlichen geht sie mit steigendem Zinkgehalt ins Rötlich- oder Bräunlichgelbe über (Tombakfarbe, bei etwa 12 bis 19 Zink in 100). Von da an wird die Farbe mehr und mehr hellgelb (messinggelb) in dem Masse wie der Zinkgehalt zunimmt, bis 30 %. Bei 32 Zink in 100 ist das Gemisch schon nicht mehr rein messinggelb, sondern mit einem Stich ins Rötliche versehen, der nun weiter zunimmt; bei 41 % Zink erscheint die Farbe rötlichgelb; bei 48 % fast goldgelb; bei 53 % schon wieder viel blässer und nur noch rötlichweiss; bei 56 % gelblichweiss; bei 64 % bläulichweiss; bei 75 bis 90 % hellbleigrau, von wo der Übergang in die bekannte Farbe des reinen Zinks stattfindet. Je grösser die Menge des Kupfers wird, desto dehnbarer ist im allgemeinen das Gemisch; die grösste Geschmeidigkeit scheint vorhanden zu sein, wenn das Zink 15 bis 20 % der Mischung beträgt, wiewohl alle Zusammensetzungen, in welchen das Zink höchstens 40 % ausmacht, sich bei gewöhnlicher Temperatur sehr gut hämmern, walzen und zu Draht ziehen lassen. In der Glühhitze zeigen die Arten mit 35 bis 40 % Zinkgehalt sich sehr gut streckbar unter Hammer und Walzen (schmiedbares Messing, Neumessing); die übrigen dagegen erhalten leicht Brüche oder Risse, und sind daher nur kalt zu strecken. Bei einem über 45 % steigenden Zinkgehalte nimmt die Dehnbarkeit sehr ab; und wenn das Zink 60 % oder mehr ausmacht, so ist das Metall bei allen Temperaturen spröde: nur erst bei einem sehr grossen Zinkgehalte (wenigstens 90 % gegen 10 % Kupfer) tritt wieder einige Dehnbarkeit ein, namentlich im erwärmten — doch lange noch nicht glühenden — Zustande, ähnlich wie bei unvermischtem Zink (S. 49).

Zur technischen Verarbeitung eignen sich hiernach wesentlich nur diejenigen Gelbkupfer-Arten, in welchen die Menge des Kupfers die des Zinks überwiegt. Diese haben bei der Anwendung vor dem reinen Kupfer den Vorzug der schönen Farbe, der grössern Dauerhaftigkeit an der Luft (indem sie weniger anlaufen und nicht so leicht Grünspan bilden), der grössern Härte, der leichtern Schmelzbarkeit, und der weit grössern Tauglichkeit zu Gusswaren (weil sie die Formen gut füllen, und dichte Güsse liefern). Dabei besitzen sie noch Dehnbarkeit genug, um sich zu dünnem Bleche und zu feinem Drahte verarbeiten zu lassen. Gegossenes Messing, welches noch nicht weiter durch Hämmern oder Walzen bearbeitet ist, widersteht kalt wie glühend starken Schlägen oder Stössen nicht, sondern bricht — wie auch beim Biegen — ab; sein Bruchgefüge ist strahlig-kristallinisch, in dünnen Stücken mattkörnig. Durch das Hämmern, Walzen, Drahtziehen ändert sich das Gefüge ins Feinkörnige und Faserige, womit ausgezeichnete Vermehrung der Geschmeidigkeit verbunden ist, namentlich wenn die bei jenen Bearbeitungen entstehende Härte durch Glühen und Wiedererkalten beseitigt wird. Das Tombak wird vorzugsweise angewendet, wo Weichheit, grosse Dehnbarkeit und ein wärmerer Farbeton Haupterfordernisse sind (wie z. B. bei kleinen und feinen Arbeiten aus Blech oder Draht, und bei Gegenständen, welche vergoldet werden sollen, denn auf der röteren Grundfarbe des Tombaks erhält die Vergoldung mehr Schönheit und ist mit geringerem Goldaufwande zu beschaffen). Das Messing dagegen ist (weil es mehr von dem wohlfeilen Zink enthält) niedriger im Preise, eignet sich ebenfalls sehr gut zu Gusswaren, und besser zu Gegenständen, welche Härte und Steifheit bedürfen (wie Blechgefässe, Stecknadeln u. s. w.).

Die Menge des Zinks beträgt im gewöhnlichen Messing 24 bis 36%, durchschnittlich also ungefähr 30%; im Tombak nur 8 bis 18, und zuweilen noch unter 8 bis herab zu 2%. Das übrige ist Kupfer, bis auf eine kleine Menge Zinn und Blei, welche sich fast immer vorfinden, das Zinn zu $\frac{1}{6}$ bis $1\frac{1}{2}$% (im Gusstombak sogar zu 3%), das Blei zu $\frac{1}{5}$ bis gegen 3%; auch ein kleiner Anteil Eisen (bis gegen 1%) kommt nicht selten als zufällige Verunreinigung vor. Zinn und Blei stammen leicht davon her, dass altes Kupfer oder Messing eingeschmolzen worden sind, an welchen sich Schnell-Lot oder Verzinnung befunden hat; ausserdem kann Blei auch im Kupfer oder im Zink enthalten gewesen sein. Bei der Anwendung zu Gusswaren schaden jene Verunreinigungen nicht, wohl aber bei der Verarbeitung zu Draht und Blech, da sie die Dehnbarkeit des Gemisches vermindern. Bleihaltiges Messing und Tombak lassen sich vorzugsweise gut auf der Drehbank verarbeiten, indem die Drehspäne sich nicht an den Drehstahl hängen. Man pflegt deshalb bei der Bereitung von Gussmessing (besonders aber Gusstombak) zu solchen Arbeiten, welche gedreht werden müssen, auf einen Tiegel von 20 *kg* unmittelbar vor dem Ausgiessen $\frac{1}{8}$ *kg* Blei zuzusetzen und einzurühren. Da nach obigem die Zusammensetzung des Tombaks weit mehr schwankt als jene des Messings, so hat man wohl rücksichtlich des erstern in den Fabriken die Gewohnheit, dessen Mischung durch einen leichtverständlichen Ausdruck näher anzugeben. Man nennt nämlich z. B. 4-, 5-, 6lötiges Tombak dasjenige, zu welchem auf 32 Teile Kupfer, 4, 5, 6 Teile Zink genommen werden. Hier folgen Analysen von verschiedenen Messing- und Tombak-Arten:

Messing	1)		2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)
Kupfer	60,66	66,06	61,6	64,6	63,66	6[illegible],8	63,70	64,45	68,1	70,1	70,29
Zink	36,88	31,46	35,3	33,7	33,02	32,8	33,55	32,44	31,9	29,9	29,26
Blei	—	—	2,9	1,4	2,52	2,0	0,25	2,86	—	—	0,28
Zinn	1,35	1,43	0,2	0,2	—	0,4	2,50	0,25	—	—	0,17
	98,89	98,95	100	99,9	99,20	100	100	100	100	100	100

	11)	12)	13)	14)	15)	16)
Kupfer	71,5	71,36	71,89	71,0	70,16	70,90
Zink	28,5	28,15	27,63	27,6	27,45	24,05
Blei	—	—	—	1,3	0,20	3,05
Zinn	—	—	0,85	—	0,79	2,00
	100	99,51	100,37	99,9	98,60	100

Tombak	17)	18)	19)	20)	21)	22)	23)	24)	25)	26)	27)	28)
Kupfer	78	82	82,0	82,3	80	85	85,3	86	86,38	90,0	92	97,8
Zink	18	18	18,0	17,5	17	15	14,7	14	13,61	7,9	9	2,2
Blei	2	3	1,5	—	—	—	—	—	—	1,6	—	—
Zinn	2	1	3,0	0,2	3	Spur	—	—	—	—	—	—
	100	104	104,5	100	100	100	100	100	99,99	99,5	100	100

Die Nummern bedeuten: 1) Gussmessing (Uhrräder); 2) Gussmessing von unbekanntem Ursprunge; 3) Messingblech von Jemappes; 4) Messingblech, auffallend spröde; 5) Messingblech von Stolberg bei Aachen; 6) 7) Messing zum Vergolden; 8) Gutes Messingblech aus Wien; 9) Messingblech von Romilly; 10) Messingdraht aus England; 11) 12) Messingblech; 13) Messingdraht aus Augsburg; 14) Messingblech; 15) Messingdraht von Neustadt-Eberswalde unweit Berlin; 16) wie 6) und 7).

17—20) Tombak zu vergoldeten Waren; 21) französisches Tombak zu Gewehrbeschlägen; 22) Tombak von der Okerhütte bei Goslar; 23) Gelbliches Tombak aus Paris, zu vergoldeten Schmuckwaren; 24) Tombak zu vergoldeten Waren, aus Hannover; 25) englisches Gusstombak; 26) Tombak zu unechtem nicht vergoldetem Schmuck (s. g. Chrysochalk); 27) rotes Tombak aus Paris; 28) rotes Tombak aus Wien.

Gussmessing wird sehr gewöhnlich aus 2 Kupfer, 1 Zink zusammengesetzt, Messing zu Draht und Blech aus 8 Kupfer, 3 Zink. Gusstombak aus 87 Kupfer, 13 Zink soll vorzüglich scharfe Güsse, Messing aus 76 Kupfer, 24 Zink besonders gutes Blech zum Beschlag der Seeschiffe liefern.

Eine englische Probe von schmiedbarem Messing, welches sich glühend schmieden und zu Blech auswalzen lässt, fand sich aus 65,03 Kupfer, 34,76 Zink und Spuren von Blei zusammengesetzt. Bei Versuchen zur Nachahmung desselben zeigte sich am geschmeidigsten eine Mischung von 33 Kupfer und 25 Zink (58), welche nach dem Schmelzen 55 wog, nun also aus 60 Kupfer, 40 Zink bestand; nicht so ausgezeichnet, aber noch sehr schmiedbar fand man die Zusammensetzung von 33 Kupfer, 20 Zink (53), welche nach dem Schmelzen 52 wog, folglich 63,5 Kupfer, 36,5 Zink enthielt. Ein anderes analysiertes Messing bestand aus 58,16 Kupfer, 41,84 Zink. Diese Art Messing ist in England von Muntz erfunden und zu Schiffsbolzen wie zum Schiffsbeschlag eingeführt worden, daher sie dort und anderwärts jetzt unter dem Namen Muntz-Metall (irrig: Münzmetall) vorkommt. Der Erfinder giebt die Zusammensetzung an, wie folgt: 60 Kupfer, 40 Zink; oder: 56 Kupfer, $40^3/_4$ Zink, $3^1/_4$ Blei. — Durch einen kleinen Eisenzusatz erlangt das Muntzmetall, ohne seine Dehnbarkeit im kalten und rotglühenden Zustande einzubüssen, eine sehr vermehrte Härte und eine ausserordentlich grosse Reissfestigkeit, welche wohl selbst jene des Schmiedeeisens übersteigt: von dieser Art ist das in Wien erfundene und nach dem Erfinder benannte Aich-Metall, welches am besten aus 60 Kupfer, 38,2 Zink und 1,8 Eisen gebildet werden soll (Einheitsgewicht 8,37 bis 8,40; Reissfestigkeit für 1 *qmm* im geschmiedeten Zustande 37,4 bis 44, hartgehämmert 64,5 bis 72,5 *kg*, in dem jedoch der Eisengehalt von 0,5 bis 3,0% schwanken und der Zinkgehalt auf 42% steigen kann. Eine Art des schmiedbaren Messings,

welche unter dem Namen **Sterrometall** zum Vorschein kam, soll sich für den Kanonenguss erprobt haben.

Gebräuchliche Vorschriften zu Tombak sind: zu Blech 16 Kupfer, 3 Zink; zu vergoldeter Ware 64 Kupfer, 4 bis 5 Zink; oder 8 Kupfer, 3 Messing (Zinkgehalt im letzteren Falle ungefähr 7%). Zinkarmes Gusstombak, aus 32 Kupfer und 1 bis 3 Zink oder 4 bis 12 Kupfer und 1 Messing bereitet (also etwa 2 bis $8^1/_2$% Zink enthaltend) wird in England *copper casting* genannt.

Chrysorin, von schöner hochgelber Farbe, mit wenig Gold sehr schön zu vergolden, wird aus 100 Kupfer und 51 (nach einer andern Anweisung 50 bis 55) Zink dargestellt. Man giebt auf den Boden des Schmelztiegels die Hälfte des Zinkes, darüber das Kupfer, und schmilzt unter einer Decke von gebranntem Borax bei möglichst gemässigter Hitze (um Zinkverflüchtigungen zu vermeiden). Ist die Schmelzung eingetreten, so setzt man das übrige Zink in kleinen erhitzten Stücken unter Umrühren rasch zu und giesst sogleich aus.

112 Kupfer, 48 Messing und 1 Zinn geben eine goldfarbige Mischung (in welcher wohl 90,4 Kupfer, 9 Zink, 0,6 Zinn enthalten sein mögen, welche also weiter nichts ist als ein auf Umwegen bereitetes Tombak). Hier ist das sehr schön goldfarbige **Oreïd** anzuführen, welches in Paris zu Löffeln, Gabeln u. s. w. verarbeitet wird und nach einer Analyse 90 Kupfer, 10 Zink (nach einer andern 79,7 Kupfer, 13,05 Zink, 6,09 Nickel, 0,28 Eisen, 0,09 Zinn = 99,21) enthält, angeblich aber durch Schmelzen von 100 Kupfer mit 17 Zink bereitet werden soll; ferner das **Talmigold**, goldverplattetes, oft auch nur vergoldetes Tombak (auf 100 Kupfer 9 bis 20 Zink, zuweilen mit 1 Zinn), bei welchem der Goldgehalt selten 1% überschreitet. — Das in England gebräuchliche *Bath*-**Metall** wird aus 32 Messing und 9 Zink zusammengeschmolzen, enthält also ungefähr 45% Zink. — In Birmingham giesst man Knöpfe aus einer fast weissen Mischung (*Platina* genannt), welche aus 8 Messing und 5 Zink, also annähernd aus 43 Kupfer, 57 Zink besteht. — **Pinschbeck** soll aus 1 Teil Messing, 2 Teile Kupfer (daher ungefähr 90 Kupfer, 10 Zink), **Prinzmetall** aus 2 oder 3 Kupfer und 1 Zink, **Mannheimer-Gold** aus 16 Kupfer, 3 bis 4 Zink, oder aus 7 Kupfer, 3 Messing, $1^1/_2$ Zinn (etwa 79 Kupfer, 8 Zink, 13 Zinn) bestehen.

Eine zu Schmuckwaren taugliche, an Farbe dem 14karatigen Golde nahe kommende Legierung entsteht durch Zusammenschmelzen von 29 Kupfer, 38 Messing, 10 fein Silber mit etwas Borax; sie enthält in 100 Teilen etwa 69 Kupfer, 18 Zink, 13 Silber.

Zu Stempeln und Formen für Ledervergoldung (in der Buchbinderei u. s. w.) wird eine Mischung aus 100 gewöhnlichem guten Messing, 5 Zink, 3 Antimon empfohlen, welche hart ist und sich so dicht giesst, dass sie für die feinsten Eingrabungen sich eignet.

Das Einheitsgewicht der Gelbkupfer-Arten ist sehr verschieden und fällt desto grösser aus, je reicher die Mischung an Kupfer und je mehr sie durch Bearbeitung verdichtet ist. So schwankt nach mehreren Angaben das Einheitsgewicht des gegossenen **Messings** zwischen 7,82 und 8,51. Karmarsch hat bei Messing aus verschiedenen Fabriken das Einheitsgewicht von Blech zu 8,52 bis 8,62, von Draht zu 8,49 bis 8,73, von Guss einmal zu 8,71 gefunden. Gegossenes Messing soll bei 25,4% Zinkgehalt 8,397, bei 30% 8,443, bei 33,8% 8,299, bei 38% 8,440 Einheitsgewicht haben. Blech aus **Tombak**, welches $15^3/_4$% Zink enthielt, zeigte das Einheitsgewicht 8,788; andere Angaben sind: Gusstombak von 10% Zinkgehalt = 8,606, von 14,6% = 8,591, von 17% = 8,515; Tombakdraht von $12^1/_2$% = 9,00. Ebenso verschieden ist auch die Reissfestigkeit. Man findet sie für Gussmessing zu 12,6 *kg*, für Draht 33,1 *kg* auf 1 *qmm* angegeben. Karmarsch ermittelte sie für dünne Drähte, wenn sie hartgezogen waren, zu 41,3 bis 79,3 *kg* und ausgeglüht zu 32,3 bis 39,2 *kg*. Der Schmelzpunkt des Messings und

Tombaks liegt in der Rotglühhitze, und zwar desto niedriger, je grösser der Zinkgehalt ist. Nach Daniell schmilzt Messing, welches gleichviel Zink und Kupfer enthält, bei 912° C., solches aber, welches aus 3 Teilen Kupfer und 1 Teil Zink besteht, bei 921° C. (?) Beim Glühen unter Luftzutritt überzieht sich das Gelbkupfer mit einer dünnen schwärzlichen Oxydhaut, welche durch Säuren wieder weggeschafft werden kann. Jedes Umschmelzen, ja schon blosses Glühen, des Gelbkupfers verflüchtigt etwas Zink, wodurch die Farbe röter wird.

Die Verbindung des Kupfers mit dem Zink erfolgt schon (oberflächlich), wenn man ersteres im glühenden Zustande Zinkdämpfen aussetzt; man macht in der That von diesem Verfahren Gebrauch bei der Bereitung des sogenannten cementierten Drahtes. Die Messingverfertigung (mit welcher die Darstellung des Tombaks zusammenfällt) besteht in dem Zusammenschmelzen des Kupfers mit Zink. Letzteres wurde bei diesem Vorgange ehemals im oxydierten Zustande (Galmei, Ofenbruch, geröstete Blende), wird aber jetzt stets als Metall angewendet. Möglichst reines Kupfer ist jederzeit eine Bedingung zur Erzeugung eines recht dehnbaren Messings; doch schaden nur die im Kupfer befindlichen fremden Metalle, nicht das Kupferoxydul, weil dieses beim Messingmachen in Kupfer übergeführt wird. Daher ist die Hammergare des Kupfers hier nicht unumgänglich nötig.

Bereitung des Messings mit metallischem Zink. — Der Schmelzofen (Messingbrennofen)[1]), auf 4 bis 9 Tiegel (einer in der Mitte, die übrigen im Kreise herumstehend) eingerichtet, ist so angelegt, dass seine obere Mündung (die Krone) in gleicher Höhe mit dem Fussboden der Hütte sich befindet, damit die Tiegel bequem eingesetzt und ausgehoben werden können. Die Heizung geschieht mit Holzkohlen oder Steinkohlen, womit die Tiegel ganz umgeben sind; bei Steinkohlenfeuerung können die Tiegel auch so gestellt sein, dass sie die Hitze nur durch die vom Roste aufsteigende Flamme empfangen. Man füllt die Tiegel schichtenweise mit Kupfer und Zink in dem gehörigen Verhältnisse und in ziemlich grossen Stücken, giebt obenauf eine starke Schicht Kohlenstaub und beendigt die Schmelzung in $2\frac{1}{2}$ bis 4 Stunden. Altes Messing wird hierbei, wenn man Vorrat davon hat, beliebig zugesetzt (z. B. 33 *kg* Kupfer, 14,5 *kg* Zink, 12,5 *kg* altes Messing zur Füllung von 4 Tiegeln, woraus 58 bis 59 *kg* Messing erhalten werden). Das letztere wird sofort zwischen zwei grossen mit Lehm und Kuhmist überzogenen, voraus erwärmten und geneigt aufgestellten Granitplatten zu einer (7 bis 19 *mm* dicken) Tafel gegossen, deren Grösse und Dicke durch eiserne, zwischen die Steine gelegte Schienen bestimmt wird und die man zur folgenden Verarbeitung in Teile von geeigneten Abmessungen zerschneidet (75 *mm* breite Streifen, Drahtband, zur Drahtverfertigung; quadratische Stücke, Beckenmessing, zu Blech und Kesseln).

Man hat ohne Erfolg versucht, statt der teuren Granitsteine gusseiserne Platten anzuwenden; wenigstens die dünnen Messingtafeln fallen zwischen Eisen, der schnellen Abkühlung wegen, unganz aus. — Dagegen ist es zweck-

[1]) Prechtl, Techn. Encykl. 1838, Bd. 9, S. 377.

mässig, statt grosser Tafeln, die man zur Verarbeitung doch mit der Schere zerschneiden muss, kleinere zu giessen, wobei man sehr gut Sandformen anwenden kann.

Auf der Okerhütte bereitet man eine bessere Art Messing (Tafelmessing, aus reinerem Kupfer und Zink, für Kessel, Blech, Draht u. s. w.) und eine geringere (Stückmessing, von minder reinen Stoffen, zur Giesserei); die Beschickung auf 7 Tiegel besteht für Tafelmessing aus 60 *kg* Kupfer, 30 *kg* Zink, 27 *kg* gutem Abfallmessing (zusammen 117 *kg*), — für Stückmessing aus 18 *kg* Kupfer, 11 *kg* Zink, 10,8 *kg* alten Kaufmessing, 30,2 *kg* Krätze (Abfälle) von der Messingbereitung (zusammen 80 *kg*). Die Schmelzung dauert $2^1/_2$ Stunden. Man erhält aus ersterem Einsatze zwei Tafeln, jede 1,45 *m* lang, 72 *cm* breit, 6 bis 7 *mm* dick; aus letzterem durchschnittlich 65,8 *kg* Stückmessing, welches in Sandformen zu würfelförmigen Stücken gegossen wird. Nach den angestellten Analysen fand man im

	Tafelmessing	Stückmessing
Kupfer	68,98	71,88
Zink	29,54	24,42
Eisen	0,23	2,32
Blei	0,97	1,09
Antimon	0,79	1,01
	100,51	100,72

Auch im kleinen wird (von den Gelbgiessern) das Messing aus Kupfer und metallischem Zink zusammengesetzt, wenn man nicht bloss altes Messing einschmilzt. Das Verfahren, zuerst das Kupfer allein zu schmelzen, dann das Zink (erhitzt) zuzusetzen, die Mischung umzurühren und sogleich auszugiessen, ist nicht empfehlenswert; denn es kann zwar dabei die Verflüchtigung des Zinks etwas vermindert werden, aber das Messing wird leicht ungleichförmig in seiner Mischung, und das Einwerfen des Zinkes in das geschmolzene Kupfer verursacht oft eine gefährliche Explosion durch plötzliche teilweise Verdampfung des ersteren. Jedenfalls ist bei beiden Bereitungsarten eine zu grosse oder zu lange andauernde Erhitzung sorgfältig zu vermeiden, damit nicht mehr Zink, als durchaus unvermeidlich, durch Verdampfung verloren geht. — Die vollkommenste Vermischung des Zinkes mit dem Kupfer ist eine sehr wichtige Bedingung, um dem Messing seine grösse Dehnbarkeit, Festigkeit und Dauerhaftigkeit zu geben. Man hat die Beobachtung gemacht, dass z. B. Gewebe (Siebe) von Messingdraht, bei ganz gleichem Mischungsverhältnisse des Metalls, von sehr verschiedener Dauer sein können, je nachdem obiger Forderung mehr oder weniger genügt ist.

B. Bronze (Erz, Metall).

Was diesen Namen in der hierher gehörigen Bedeutung führt, ist eine Verbindnng von Kupfer mit Zinn, welcher aber oft auch Zink (oder Messing) zugesetzt wird, und die als zufällige Verunreinigung (auch als absichtlichen Zusatz) wohl eine kleine Menge Blei, seltener Eisen und andere Metalle, enthält. Das Kupfer wird durch den Zusatz von Zinn härter, klingender, sehr politurfähig und schmelzbarer, zugleich aber auch mehr oder weniger spröde. Die Farbe ist weiss oder stahlgrau, und die Härte und Sprödigkeit am grössten, wenn das Zinn etwa den dritten Teil der Mischung ausmacht. Mit zunehmendem Kupfergehalte erhält die Legierung, welche ein feinkörniges oder fast ganz dichtes Bruchgefüge zeigt, eine rötlichgraue, rötlichgelbe oder rötliche Farbe, wird etwas geschmeidig und sehr fest. Durch einen Zinkgehalt in der Bronze wird deren Farbe mehr oder weniger dem Messinggelben genähert, und ist der Zinngehalt klein im Verhältnis zu dem vorhandenen Zink, so entsteht eine Mischung von höherem, schöneren Gelb als ge-

wöhnliches Messing. Die Zusammensetzung aus Zinn und Kupfer zeigt folgendes Einheitsgewicht; wenn sie enthält auf 1 Teil Zinn: 1 Teil Kupfer, Einheitsgewicht 8,58; — 3 Teile Kupfer: 8,83; — 4 Teile Kupfer: 8,95; — $6\frac{1}{4}$ Teile Kupfer: 8,87; — $7\frac{1}{3}$ Teile Kupfer: 8,83; $8\frac{1}{3}$ Teile Kupfer: 8,80; — 9 Teile Kupfer: 8,78; — 10 Teile Kupfer: 8,76; — $11\frac{1}{2}$ Teile Kupfer: 8,78; — $12\frac{1}{2}$ Teile Kupfer: 8,80. — Wenn die Legierung aus Kupfer und Zinn weniger als 15 % Zinn enthält, so ist sie sehr fest (zäh) und zugleich etwas hämmerbar. Steigt der Zinngehalt von 15 bis 25 %, so wird das Gemisch stufenweise härter, brüchiger und schwieriger zu feilen. Eine Verbindung von 65 Kupfer mit 35 Zinn wird kaum noch von der Feile angegriffen und ist äusserst spröde. Diese Sprödigkeit und Härte offenbart sich bis zu den Mischungen von 50 Kupfer und 50 Zinn. Von da an werden die Legierungen in dem Masse, als das Zinn überwiegend wird, wieder weicher, und erscheinen im letzten Grade nur als härteres, der Abreibung sehr gut widerstehendes Zinn (bei 1 bis 5 % Kupfergehalt). — Bei 1 oder 2 Zinn gegen 99 oder 98 Kupfer ist die Verbindung im kalten Zustande hämmerbar, wiewohl sie weit leichter Risse bekommt als unvermischtes Kupfer. Erhebt sich die Menge des Zinnes bis zu 5 %, so geht die Hämmerbarkeit in der Kälte verloren, sie tritt aber in der Rotglühhitze hervor. Eine Zusammensetzung aus 94 Kupfer und 6 Zinn lässt sich glühend zu Blech auswalzen; Mischungen von 18,5 bis 21,5 % Zinn, bei gewöhnlicher Temperatur höchst spröde, können in dunkler Rotglühhitze sehr gut geschmiedet und unter Walzen gestreckt werden. (Das Einheitsgewicht für drei solche Legierungen wird angegeben wie folgt

Zinngehalt	Gegossen	Geschmiedet oder gewalzt
18,5 %	8,882	8,938
20 „	8,918	8,920
21,5 „	8,938	8.929.)

Durch den Einfluss der Luft und der Witterung läuft die Bronze an, überzieht sich aber erst nach langer Zeit mit einer Kruste Grünspan, deren Dichtigkeit das fernere Verrosten ganz verhindert, und die durch ihre schöne Farbe eine Zierde von Bildsäulen u. a. Bildwerken abgiebt (Antik-Bronze, Patina)[1]). Man bringt durch Kunst einen ähnlichen Überzug schneller hervor.

Die Legierung von 15 Teilen Kupfer und 1 Teil Zinn schmilzt bei 955° C.; jene von 7 Teilen Kupfer und 1 Teil Zinn bei 835° C.; jene aus 3 Teilen Kupfer und 1 Teil Zinn bei 786°. Nach anderen Bestimmungen: 20 Teile Kupfer 1 Teil Zinn 1300° C.; — 12 K. 1 Z. 1230°; — 8 K. 1 Z. 1160°; — 6 K. 1 Z. 1130°; — 5 K. 1 Z. 1100°; — 4 K. 1 Z. 1050° C. Wird die Bronze in Berührung mit der Luft umgeschmolzen, so oxydiert sich verhältnismässig mehr Zinn als Kupfer, und sie wird daher bei jedem Male ärmer an Zinn. Werden

[1]) Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1864, S. 27, 271; 1868, S. 37; 1872, S. 35.

solche Mischungen, welche mehr als etwa 60 % Kupfer enthalten, nach dem Schmelzen langsam abgekühlt, so sind sie nach dem Festwerden keineswegs durchaus gleichartige Massen, sondern Gemenge aus einer schwerflüssigeren kupferreicheren, und einer leichtflüssigeren zinnreicheren Legierung, welche letztere sich oft sehr deutlich auf den Bruchflächen als zahlreiche weisse Pünktchen, manchmal bis zu 2 *mm* im Durchmesser, in der gelben Hauptmasse zeigt, ja zuweilen beim Gusse aus der Öffnung der Form hervorgepresst wird, wenn die früher erstarrende schwerflüssige Legierung durch das Festwerden sich zusammenzieht. Man fand in einer solchen aus Kanonmetall (welches etwa 10 Teile Kupfer gegen 1 Teil Zinn enthält) abgeschiedenen Verbindung durchschnittlich 23,69 % Zinn und 76,31 % Kupfer; nach anderer Beobachtung enthält sie 81 Kupfer und 19 Zinn bis 79 Kupfer, 21 Zinn.

Es ist eine höchst merkwürdige Eigenschaft des mit Zinn legierten Kupfers, durch schnelle Abkühlung merklich weicher und dehnbarer zu werden. Man kann zu diesem Behufe die Stücke bis zum dunklen Rotglühen, oder — wenn sie flach und dünn sind — nur bis zur Schmelzhitze des Zinnes oder Bleies erhitzen, und schnell in kaltes Wasser legen. Sie lassen sich dann mit dem Hammer bearbeiten und etwas dehnen, ohne zu zerspringen oder Risse zu bekommen (Anlassen der Bronze).

Näheres über die Kupfer-Zinn- und Kupfer-Zinn-Zink-Legierungen (von welchen die letzteren, sofern darin der Zinngehalt gegen den Zinkgehalt zurücktritt, den Übergang zum zinnhaltigen Messing und Tombak vermitteln, so dass zwischen Bronze und Gelbkupfer eine völlig scharfe Grenzlinie nicht zu ziehen ist):

Die wichtigsten Arten der Bronze sind die, welche zum Guss der Glocken, der Kanonen, der Bildsäulen und verschiedener Maschinenteile Anwendung finden.

Glockenbronze (Glockenmetall, Glockengut, Glockenspeise), welche starken und schönen Klang mit gehöriger Härte und Festigkeit vereinigen muss, wird am besten aus 80 Kupfer, 20 Zinn — oder 78 Kupfer, 22 Zinn — zusammengesetzt; doch kommen Abweichungen von diesem Verhältnisse und kleine — zufällige oder absichtliche — Beimischungen von Zink, Blei u. s. w. vor (z. B. 71 Kupfer, 26 Zinn, 1,8 Zink, 1,2 Eisen; englisches Glockengut: 80 Kupfer, 10,1 Zinn, 5,6 Zink, 4,3 Blei; — Glocken eines alten in Holland verfertigten Glockenspiels: 74,0 Kupfer, 21,5 Zinn, 2,0 Blei, 2,5 Nickel). Als zweckmässige Verhältnisse werden empfohlen: zu Hausglocken 83 Kupfer, 17 Zinn; zu Turmglocken 32 Kupfer, 9 Zinn; zu den grössten Turmglocken 16 Kupfer, 5 Zinn. Die durch ihre ausserordentliche Klangfähigkeit ausgezeichneten chinesischen Gong-gong und türkischen Becken enthalten 80 Kupfer, 20 Zinn. — Metall der Uhrglocken: 75 Kupfer, 25 Zinn, oder 73 Kupfer, 27 Zinn.

Kanonenmetall (Kanonengut, Stückgut, Geschützmetall) erfordert als vorwaltende Eigenschaft einen möglichst hohen Grad von Festigkeit (Zähigkeit), wodurch die Geschütze dem Zerspringen widerstehen; dabei eine genügende Härte, um durch die eisernen Kugeln nicht zu schnell abgenutzt zu werden. Alle Erfahrungen vereinigen sich darin, dass das beste Geschützmetall auf 100 Kupfer nicht weniger als 9, und nicht mehr als 12 Zinn enthalten dürfe; gewöhnlich besteht es aus 91 Kupfer und 9 Zinn oder 90 Kupfer und 10 Zinn. Einheitsgewicht 8,74 bis 8,87. Die Reissfestigkeit ist zu 22,5 bis 27,8 *kg* für 1 *qmm* gefunden worden (bei der Mischung aus 90 Kupfer und 10 Zinn: 24,6 bis 27,8 *kg*).

Der Bronze zu Bildsäulen, Büsten, überhaupt zum sogenannten Kunstguss (Bildsäulenbronze u. s. w.) muss eine Zusammensetzung gegeben werden,

vermöge welcher sie im Schmelzen dünn fliesst, die Giessformen vollkommen ausfüllt und einen reinen, scharfen, dichten Guss liefert, der sich leicht und sauber nacharbeiten lässt und eine schöne grüne Bronzefarbe (Patina) annimmt. Diese Eigenschaften ergeben sich vereinigt nur bei einem Zinkzusatze, daher manche neuere Bildsäulen-Bronze (im Gegensatze der des Altertums wesentlich nur aus Kupfer und Zinn bestehenden) eine dreifache Legierung von Kupfer, Zinn und Zink ist. Mit dem Gehalte an Zinn nimmt die Härte, der Glanz und die Festigkeit der Patina zu; ein Zusatz von Blei macht die Legierung leichtflüssiger und dichter, hat auch zur Folge, dass das Metall beim Nacharbeiten kurze, nicht am Meissel hängende Späne giebt; ein geringer Eisengehalt verleiht der Bronze eine eigentümliche blasse Tonung, wie schon den Bildgiessern des Altertums bekannt war. Ausnahmsweise wird das Zinn durch eine kleine Menge Antimon vertreten. Das Nähere ergiebt folgendes Verzeichnis bewährter Bildsäulen-Bronzen, über welches nur zu bemerken ist, dass die Zahlen jene Anteile der Metalle ausdrücken, welche wirklich vorhanden sein sollen, und dass man daher zu ihrer Herstellung — mit Rücksicht auf den Schmelzabgang durch Oxydation — von Zink, Zinn, Antimon und Blei etwas mehr anwenden muss.

Zusammensetzung in 100 Teilen

Kupfer	93	89,8	87,0	86,7	86	84,4	84	84	84	83	83	82,5	81,0	78,1	75	73,0	93
Zink	1	2,5	11,5	3,3	10	11,3	11	14	14	14	13	10,3	15,4	18,5	20	18,2	6
Zinn	4	6,7	1,5	6,7	4	4,3	2	1,5	2	2	4	4,1	3,6	3,4	3	8,8	—
Blei	2	1,0	—	3,3	—	—	3	0,5	—	1	—	3,1	—	—	2	—	—
Antimon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

Zu kleineren Gussgegenständen, welche vergoldet werden, wählt man eine zinkreichere (demnach mehr gelb gefärbte) Bronze, wie folgende Beispiele zeigen:

Zusammensetzung in 100 Teilen

Kupfer	73	72,4	72,8	70	65
Zink	23	22,8	24,3	27	32
Zinn	4	1,9	2,9	3	3
Blei	—	2,9	—	—	—

Für grössere Standbilder wird jedoch neuerdings fast ausschliesslich 90 Kupfer zu 10 Zinn genommen, weil diese Mischung die Schönheit der Patinabildung am vollständigsten hervortreten lässt.

Bronze zu Schiffblech (Beschlag der Seeschiffe) dauert der Erfahrung nach am besten aus, wenn sie 4,5 bis 5,5 Zinn gegen 95,5 bis 94,5 Kupfer enthält.

Spiegelmetall (zu den Spiegeln der Teleskope u. s. w.), bei welchem es auf weisse Farbe, Härte und höchste Politurfähigkeit ankommt, ist eine zinnreiche (kein oder sehr wenig Zink enthaltende) Bronze, welcher man zur Erhöhung der weissen Farbe öfters einen kleinen Zusatz von Arsen oder Nickel giebt. Es wird vorgeschrieben: 32 Kupfer, 15 bis 16 Zinn, 2 Arsen; oder 32 Kupfer, 4 Messing, $16^1/_2$ Zinn, $1^1/_4$ Arsen; oder 32 Kupfer, 15,5 Zinn, 2 Nickel. Die einfache Mischung von 2 Kupfer, 1 Zinn, oder genauer 68,5 Kupfer, 31,5 Zinn ist als vorzüglich bewährt.

Denkmünzen-Bronze enthält 2 bis 10% Zinn gegen 98 bis 90 Kupfer, wobei ein wenig Zink oder Blei nicht nachteilig ist (z. B. 97 Kupfer, 2 Zinn, 1 Zink); in Frankreich ist die Legierung von 95 Kupfer mit 5 Zinn gesetzlich vorgeschrieben. Eine Mischung aus 95 Kupfer, 4 Zinn, 1 Zink wird in der Schweiz und in Spanien seit 1850, in Frankreich seit 1852, in Schweden seit 1855, in England seit 1860, in Belgien seit 1861, in Norwegen seit 1867, im Deutschen Reiche seit 1873 zu Scheidemünzen ausgeprägt; eine ähnliche aus 90 Kupfer, 5 Zinn, 5 Zink (von schöner Goldfarbe) seit 1856 in Dänemark, eine dritte aus 96 Kupfer, 4 Zinn, ohne Zink, seit 1861 in Italien zu gleichem Zweck angewendet. Auch die vereinigten Staaten Nordamerikas haben seit

1864 Bronze-Scheidemünzen; Ägypten seit 1866, Rumänien seit 1867, Serbien und Brasilien seit 1868, Griechenland seit 1869.

Wegen ihrer goldähnlichen Farbe sind Legierungen von Kupfer mit wenig Zinn zu Schmuckgegenständen teils angewendet, teils empfohlen worden: so unter dem Namen Chrysochalk (verschieden von einer ebenso benannten Tombakart, S. 79), eine Zusammensetzung von 95 Kupfer, 5 Zinn, welche zäh und mässig hart ist; ferner die Mischung von 16 Kupfer und 1 Zinn (oder 94,12 Kupfer, 5,88 Zinn), von der gerühmt wird, dass sie dünnflüssiger als Messing, daher zu kleinen Gussartikeln sehr geeignet sei. Auch 90,5 Kupfer, 6,5 Zinn, 3,0 Zink geben eine Mischung von goldähnlicher Farbe.

Bronze zu Maschinenteilen. Folgende Beispiele zeigen, durch welcherlei Legierungen man die hier nötigen Eigenschaften der Härte und Zähigkeit erreicht:

	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)	12)
Kupfer	90	88,89	86	84	82	85,25	83,6	82	84	80	79	78
Zinn	4	11,11	14	16	18	12,75	8,8	10	8	8	8	8
Zink	6	—	—	—	—	2,00	7,6	8	4	4	5	4
Blei	—	—	—	—	—	—	—	—	4	8	8	10

	13)	14)	15)	16)	17)	18)	19)	20)	21)
Kupfer	74,5	72,8	66,67	88,5	91,4	88,7	87,72	86,3	87,72
Zinn	9,5	4,7	14,58	2,5	8,6	8,3	10,53	11,4	9,65
Zink	9,0	21,0	—	9,0	—	3,0	1,75	2,3	2,63
Blei	7,0	1,5	18,75	—	—	—	—	—	—

Hier bedeutet: 1) bis 15) Bronze zu Achsenlagern an Lokomotiven und zu Zapfenlagern bei Maschinen überhaupt; 16) Metall zu Lokomotivkolben; 17) bis 19) zu Rädern, in welche Zähne geschnitten werden; 20) zu Schraubenmuttern mit groben Gewinden, auch zu Zapfenlagern; 4) und 21) zu Wagenradbüchsen. — Andere durch die Erfahrung bewährte Zusammensetzungen für Bestandteile von Lokomotiven sind: 80 Kupfer, 16 Zinn, 2 Antimon, 1 Blei, zu Achsenlagern, Kolbenringen, Verschlussschiebern u. s. w.; — 20 Kupfer, 6 Zink, 1 Zinn, zu Pumpenstielen, Kolben, Ventilkasten u. s. w.; — 68 Kupfer, 4 Zink, 2 Zinn, 1 Blei, für Gegenstände, welche dem Feuer ausgesetzt sind, als Blasrohreinrichtungen, Zwischenringe um die Heizthüren der Feuerkisten u. s. w.; — 80 Kupfer, 18 Zinn, 2 Zink, zu den Lagern der Treibräder; — 82 Kupfer, 16 Zinn, 2 Zink zu den Lagerfuttern der Lenkstangen; — 84 Kupfer, 3 Zinn, 8,5 Zink, 4,5 Blei, zu Kolbenringen; — 87 Kupfer, 12 Zinn, 1 Antimon zu den Ventilkugeln; — 88 Kupfer, 10 Zinn, 2 Zink zu Pumpenstiefeln, Ventilgehäusen und Hähnen; — 84 Kupfer, 14 Zinn, 2 Zink zu Excenterringen; — 80 Kupfer, 18 Zinn, 2 Antimon zu Dampfpfeifen; — 98 Kupfer, 2 Zinn zu den Spülpfropfen an kupfernen Feuerkisten. — Als Zusammensetzung eines äusserst dauerhaften Zapfenlagermetalls wird angegeben: 2 Kupfer, 1 Zinn, 1 Nickel.

Bronze, an Farbe dem 8 karatigen Golde ähnlich, gut zu hämmern, zu feilen, zu drehen und zu polieren, an der Luft weniger als Messing anlaufend, sehr geeignet zu Gewichtstücken, Reisszeugen, Wagebalken u. dgl., erhält man aus 48 Kupfer, 5 Zinn, 4 Messing (wonach dieselbe annähernd aus 89,5 Kupfer, 8,5 Zinn, 2,0 Zink bestehen wird). — Zu mathematischen Geräten ist empfohlen: 32 Kupfer, 5 Zinn, 2 Zink; diese Mischung hat man wegen ihrer Elasticität, Festigkeit und geringen Oxydierbarkeit in England zu Normalmassstäben angewendet. — Die sogenannten Metallfeilen (Kompositionsfeilen) aus der Schweiz, von den Uhrmachern beim Polieren zum Auftragen des Polierrotes gebraucht, enthalten 8 Kupfer, 2 Zinn, 1 Zink, 1 Blei. Eine Zusammensetzung aus 79 Kupfer, 6 Zinn, 15 Zink eignet sich sehr gut zum Aufgiessen auf Eisen, mit welchem sie das Ausdehnungs- und Zusammenziehungsverhältnis ziemlich genau gemein hat, so dass der Guss nicht berstet und auch nicht wacklig auf dem Eisen sitzt. — Zu den Rakeln (Farbeabstreichmessern) der Walzendruckmaschinen für Kattun und Papier ist eine Legierung aus 100 Kupfer, 10 Zinn, 13 Zink sehr geeignet; — zu gegossenen Schaufeln (statt der eisernen, nach

einer englischen Erfindung): 3 Kupfer, 1 Zinn, 2 Zink, oder (härtere und dichtere Mischung): 8 Kupfer, 1 Zinn.

Gelbliche Legierung zum Giessen harter Titelschriften für Buchbinder: 75 Kupfer, 25 Zinn; — weisse Legierung zu demselben Zwecke: 4 Kupfer, 3 Zinn, 2 Zink. — Metall zu gegossenen weissen Kleiderknöpfen: 32 Messing, 1 Zinn, 3 Zink; oder (besser): 32 Messing, 2 Zinn, 4 Zink.

(In bronzenen Waffenstücken aus dem Altertume hat man 88 Kupfer auf 12 Zinn — auch 79 bis 92 Kupfer, 7 bis 10 Zinn, und Blei bis zu 6%; — in alten Bronzemünzen 84 Kupfer, 16 Zinn bis 94 Kupfer, 6 Zinn; 62 bis 88 Kupfer, 5 bis 13 Zinn, 2 bis 29 Blei, alle drei Bestandteile in ausserordentlich wechselnden Verhältnissen; — in anderen alten Bronzen 76 Kupfer, 24 Zinn bis 95 Kupfer, 5 Zinn; 84 bis 88 Kupfer nebst 1,5 bis 14,7 Zink, 1 bis 7 Zinn und 0 bis 4,4 Blei gefunden.)

Bei Versuchen, die beim Schmelzen der Bronze eintretende nachteilige Oxydation durch Anwendung von Phosphor zu beseitigen, ist man zur Erkenntnis von aussergewöhnlichen und unerwarteten Eigenschaften gelangt, welche die Bronze durch den Zusatz von Phosphor erhält. Die Farbe der Legierung (Phosphorbronze) wird viel wärmer und dem rot karatierten Golde ähnlich, das Korn des Bruches wird dem des Stahles ähnlich, Festigkeit, Härte, Elasticität erfahren eine bemerkenswerte Steigerung[1]). Die Phosphorbronze eignet sich zur Herstellung von Gewehrteilen, Zapfenlagern, Walzenmuttern, Schiffsbeschlägen, Schiffsschrauben, Kolbenringen, Bildsäulen und Schmuckgegenständen, Draht für elektrische Leitungen u. s. w. Es scheint, dass die Vorzüge der Phosphorbronze, — welche, abgesehen von dem Phosphorgehalt, ebenso zusammengesetzt ist, wie die gewöhnliche kupferreiche Bronze — auf dem Vermögen des Phosphors beruht, das Kupferoxydul zu beseitigen. Man hat in vorzüglicher, bei Phosphorzusatz bereiteten Bronze kaum noch Spuren des Phosphors gefunden.

Zur Bereitung der Bronze bedient man sich im grossen eines Flammofens (I, S. 167) mit kreisrundem oder ovalem, nur wenig vertieften, von feuerfesten Ziegeln gebildeten Herde, der mit einem niedrigen Gewölbe überspannt ist. An der einen Seite befindet sich der viereckige Feuerraum, aus welchem die Flamme des Holz- oder Steinkohlenfeuers durch eine Öffnung auf den Schmelzherd hineinschlägt. Gegenüber vom Feuerraume ist das Stichloch zum Ablassen des geschmolzenen Metalles; der Schmelzherd ist von allen Punkten gegen das Stichloch hin abhängig, damit der Inhalt vollständig auslaufen kann. An der dritten und vierten Seite sind Arbeitsthüren (zum Eintragen des Metalles, zum Umrühren, zur Beobachtung des Schmelzens) angebracht. Das Gewölbe des Ofens enthält Zuglöcher für das Feuer. Besser ist es, an der Stirnseite (d. h. über dem Stichloche) einen gehörig hohen Schornstein und auch hier eine Thür zum Nachsehen und Umrühren anzubringen. Ersterer befördert die Erzeugung einer raschen und starken Hitze; letztere erspart das häufige Öffnen der in den zwei Seitenwänden befindlichen Thüren, was durch Zulassung kalter Luft die Schmelzung verzögert und Oxydation des Metalles befördert. Man thut daher am besten, die Seitenthüren nur zum Eintragen des Metalles zu gebrauchen und übrigens mit Lehm luftdicht verstrichen zu halten. Die erwähnte Thür über dem Stichloche kann ohne Nachteil geöffnet werden, da sie sich gerade unter dem Schornsteine befindet, in welchem die eintretende Luft sogleich abzieht, ohne das Metall zu treffen. Man trägt das Kupfer zuerst ein, und wenn es geschmolzen ist, wirft man das vorläufig erhitzte Zinn (und Zink, wenn dieses einen Bestandteil ausmachen soll) hinzu, rührt mit hölzernen Stangen um und lässt das Metall sobald als möglich durch das Stichloch ab. Eine lange Erhitzung desselben ist nachteilig, weil sich das Zinn schnell oxydiert, und hierdurch nicht nur das Verhältnis der Bestandteile geändert wird, sondern auch

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1871, S. 704; 1874, S. 446; 1875, S. 391; 1876, S. 320, S. 508.

D. p. J. 1881, **241**, 467; 1882, **243**, 432, **244**, 408, **245**, 64.

die Gefahr eintritt, dass beim Umrühren das Oxyd sich mit dem Metall vermengen und dasselbe porös machen kann. Übrigens muss unmittelbar vor dem Stechen (dem Öffnen des Stichloches) noch eine starke Hitze gegeben und gut umgerührt werden, um die Bestandteile recht innig miteinander zu mischen, da sie sich bei ruhigem Stehen ungleich verteilen. Auch wirft man Pottasche und rohen Weinstein auf das im Flusse befindliche Metall, um aus den oben schwimmenden Oxydteilen eine dünnflüssige Schlacke zu erzeugen.

Neuerdings verwendet man vielfach statt des mit festen Brennstoff geheizten Flammofens einen Gasofen (I, S. 172). Der Schmelzverlust beträgt bei guten Öfen und rascher Schmelzung durchschnittlich etwa 3% (d. h. aus 100 *kg* Metallen erhält man 97 *kg* gussfertige Bronze); er kann unter widrigen Umständen auf 7 bis 10% steigen, dagegen aber auch auf ½ bis 1% (bei 6 bis 8 Stunden Schmelzzeit herabgehen.

Eine vorzüglich innige und gleichförmige Mischung der Metalle erlangt man oft durch besondere Kunstgriffe. So setzt man in der Kanonengiesserei zu Lüttich das Geschützmetall in zwei Zeiten zusammen: zuerst nämlich bereitet man eine Legierung von 100 Kupfer und 8 Zinn auf oben angegebene Weise durch Beifügung des Zinnes zum geschmolzenen Kupfer; daneben hat man eine Legierung von 2 Kupfer mit 1 Zinn vorrätig und setzt von dieser schliesslich so viel hinzu, dass die Gesamtmasse das richtige Mischungsverhältnis der Kanonenbronze erlangt.

Im kleinen schmilzt man die Bronze in Graphittiegeln, indem man ebenfalls das Zinn dem schon geschmolzenen Kupfer zusetzt. Dabei ist es gut, die Oberfläche des Metalles mit Kohlen zu bedecken, um der Oxydation zuvorzukommen. Sofern dem Kupfer mehrere leichtflüssige Metalle (ausser Zinn auch Zink, Blei) beigemischt werden sollen, kann man zweckmässig alle diese vorläufig miteinander zusammenschmelzen und das Gemisch dem geschmolzenen Kupfer zusetzen.

C. Das Delta-Metall.[1])

Dieses neue Metallgemisch besteht aus Kupfer, Zink und Eisen. Die Mengenverhältnisse der Bestandteile sind nicht bekannt; vielleicht werden dieselben je nach dem Verwendungszweck des Gemisches verschieden gewählt.

Über die Herstellungsweise geben die Patentschriften dahin Auskunft, dass in geschmolzenem Zink bei entsprechender Temperatur 8,5% Eisen sich lösen. Zu der so gewonnenen Eisen-Zink-Legierung fügt man Kupfer (oder Zinn). Oder man löst Eisen in Kupfer, indem man abgewogene Schmiedeisen- oder Spiegeleisenmengen in einer abgewogenen Menge geschmolzenen Kupfers längere Zeit erhitzt. Nach dem Gewichtsverlust des Eisens berechnet man den Eisengehalt der Legierung und setzt nach Bedarf reines Kupfer und Zink hinzu.

Die Farbe des △ Metalles ist diejenige gelber Bronze. Das Metall ist ungemein geschmeidig, es lässt sich in kaltem wie glühendem Zustande schmieden und walzen, lässt sich gut vergiessen, indem es nicht allein dünnflüssig ist, sondern auch dichte Güsse liefert (Schmelztemperatur etwa 950°). Es zeichnet sich endlich aus durch seine grosse Festigkeit.

Versuche ergaben, bei 20 *mm* dicken Stäben, welche auf Zerreissen in Anspruch genommen wurden:

---

[1]) D. R. P. No. 22 620; No. 28 546.
D. p. J. 1883, **250**, 31; 1885, **255**, 73, **257**, 297.
Z. d. V. d. I. 1884, S. 780.

Belastung a. d. Elasticitätsgrenze 22,2 *kg* für 1 *qmm*
" beim Bruch . . . . 58,8 " " 1 "
Querschnittsverminderung . . . 17,4 %

bei Inanspruchnahme auf Zerdrücken 30 *mm* hoher Scheiben von 30 *mm* Durchmesser: 95,4 *kg* für 1 *qmm* Bruchbelastung im Durchschnitt.

Das Einheitsgewicht des △ Metalles wird zu 8,6 angegeben.

Es ist möglich, dass dieses Metallgemisch in allen denjenigen Fällen eine hohe Bedeutung gewinnt, in welchen seine guten Eigenschaften: Zähigkeit, Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Verrosten gleichzeitig von Wert sind.

D. Neusilber (Argentan, Weisskupfer, Packfong).

Mit diesen verschiedenen Namen bezeichnet man eine Legierung aus Kupfer, Zink und Nickel, welche als Messing mit einem Zusatze von $^1/_6$ bis $^1/_3$ (gewöhnlich $^1/_4$) Nickel zu betrachten ist. Das Neusilber hat eine dem Silber ziemlich ähnliche (doch etwas dunklere, meist ein wenig ins Gelbbräunliche ziehende) Farbe, daher sein Name, einen dichtkörnigen oder feinzackigen, beim rohen gegossenen Metalle oft etwas zum Kristallinischen hinneigenden Bruch; ein Einheitsgewicht = 8,4 bis 8,7; es ist härter, aber beinahe ebenso dehnbar als gewöhnliches Messing (in der Glühhitze jedoch, wie dieses, spröde) und nimmt einen schönen Glanz an, welchen es gut gegen den Einfluss der Luft behauptet. Von sauren Flüssigkeiten wird es stärker als zwölflötiges Silber, aber viel weniger als Kupfer und Messing, angegriffen, indem sich Kupfer auflöst; daher kann es nicht ohne Bedenken zu Geschirren, in welchen Speisen aufbewahrt werden, Anwendung finden. Es schmilzt in anfangender Weissglühhitze, und brennt dabei, vermöge seines Zinkgehaltes, mit weisser Flamme. An Reissfestigkeit steht das Neusilber vor dem Messing; für 1 *qmm* berechnet wurde die zerreissende Kraft bei hartgezogenem Drahte = 72 bis 82, bei ausgeglühtem = 51 bis 52,2 *kg* gefunden. (Gegenstände aus Neusilber mit starker galvanischer Versilberung — z. B. Theetöpfe, Milchkannen, Löffel und Gabeln u. s. w. — kommen unter der Benennung China-Silber vor, und empfehlen sich durch vollkommene Ähnlichkeit mit ganz silbernen Geräten, bei ansehnlich geringerem Preise, sowie gegenüber den aus silberverplattetem Kupfer gemachten Gegenständen durch grössere Steifheit und den Umstand, dass bei Abnutzung des Silbers nicht das unangenehme Kupferrot zum Vorscheine kommt. Chemische Analyse hat an Geschirren dieser Art einen Silbergehalt von 2 % des Gewichtes nachgewiesen.)

Bei der Bereitung des Neusilbers wird das Nickel (wenn es nicht als Schwamm oder in Würfeln vorliegt) in einem eisernen Mörser zu haselnussgrossen Stücken zerstossen, auch das Zink und das Kupfer zerkleinert; dann bringt man die Metalle (zusammen 5 bis 8 *kg*) in den thönernen Tiegel, zwar gemengt, jedoch so, dass ganz unten und ganz oben etwas Kupfer zu liegen kommt; bedeckt das Ganze mit einer Schicht Kohlenstaub und schmilzt bei starkem Windofenfeuer (im kleinen in einem Schmiedefeuer), wobei man öfters und sorgfältig mit einem Eisenstabe umrührt, um die gleichförmige Vermischung zu befördern. Es ist

gut, anfangs nur ein Drittel des Zinkes und Nickels mit dem Kupfer einzusetzen, und erst nach erfolgter Schmelzung den Rest dieser beiden Metalle nach und nach hinzuzufügen. Das geschmolzene Neusilber wird in eisernen Formen (besser als in Sand) zu Platten gegossen.

Ein abgeändertes Bereitungsverfahren ist folgendes: Man schmilzt zuerst das Zink mit der Hälfte seines Gewichtes Kupfer, giesst in dünne Platten aus, die man zu kleinen Stücken zerbricht. Zugleich schmilzt man in einem andern Tiegel den Rest des Kupfers mit allem Nickel unter einer Decke von Steinkohlenpulver und etwas Talg, worüber ein Deckel gelegt wird. Nachdem hier der Zustand vollkommener Flüssigkeit eingetreten und das Metall umgerührt ist, setzt man das obige Gemisch von Zink und Kupfer allmählich unter fernerem Rühren zu.

Das Mengenverhältnis der Bestandteile im Neusilber ist nicht immer gleich. Die am meisten silberähnliche Farbe besitzt eine Mischung von 55 Teilen Kupfer, 18 Teilen Nickel, 30 Teilen Zink (103 Teile); oder nach anderen: 3 Kupfer, 1 Nickel, 1 Zink. Mehr bläulich, viel härter, aber dem Anlaufen weniger unterworfen, daher zu Essgeräten tauglicher, ist eine Mischung aus 50 Kupfer, 25 Nickel, 25 Zink. Um zu Blech ausgewalzt zu werden, eignet sich am besten: 60 Kupfer, 20 Nickel, 20 Zink. Leichtschmelzend, aber spröde, daher nur zu Gusswaren tauglich: 54 Kupfer, 18 Nickel, 25 Zink, 3 Blei; oder 33 Kupfer, 11 Nickel, 44 Zink, 1 Blei. Das Verhältnis des Kupfers zum Zink sollte in gutem Neusilber immer nahe wie 8 zu 3 sein (übereinstimmend mit gutem Messing), und die genügende weisse Farbe stets durch den angemessenen Nickelzusatz erzeugt werden. Wegen des Verlustes beim Schmelzen ist aber zu raten, dass man auf 8 Kupfer $3^1/_2$ Zink (statt 3) in den Tiegel bringe. Nach diesem Grundsatze sind folgende Beschickungen berechnet:

a. Billigeres Neusilber (gelblich, leicht anlaufend): 8 Kupfer, $3^1/_2$ Zink, 2 Nickel.

b. Leicht schmelzendes Gussneusilber: 8 Kupfer, $6^1/_2$ Zink, 2 Nickel.

c. Weisses Neusilber (an Farbe dem 12lötigen Silber ähnlich): 8 Kupfer, $3^1/_2$ Zink, 3 Nickel.

d. Bestes Neusilber (mit einem Stich ins Bläuliche, aber am wenigsten anlaufend): 8 Kupfer, $3^1/_2$ Zink, 4 Nickel.

Solche Vorschriften können jedoch keine allgemeine Richtschnur abgeben, da sehr viel auf den Grad der Reinheit des Nickels ankommt. Kennt man diesen nicht durch chemische Analyse genau, so bleibt es unmöglich, ein Erzeugnis streng bestimmter Zusammensetzung zu gewinnen. Ein bedeutender Kupfergehalt des Nickels ist ganz unschädlich, wenn er nur in Rechnung gebracht werden kann; anders ist es mit einem Eisengehalte, der, wenn er etwas hoch steigt, die Dehnbarkeit des Neusilbers sehr beeinträchtigt. Die Gegenwart von Arsen im Nickel erweist sich (da seine Menge jedenfalls nur ganz gering ist) nicht aus Gesundheitsrücksichten, sondern deshalb gefährlich, weil dadurch die Geschmeidigkeit leidet, so dass das Auswalzen des Neusilbers zu Blech wegen der entstehenden Kantenrisse nicht mehr gut von statten geht. Bei dem so verschiedenen und oft so niedrigen Reingehalte des Nickels kann über die wirkliche Zusammensetzung des Neusilbers nicht das Verhältnis der angewendeten Stoffe, sondern nur die chemische Analyse Aufschluss geben. Hier folgen einige Ergebnisse solcher Untersuchungen:

	in 100 Teilen								
	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)
Kupfer	66,73	63,34	62,63	62,4	61,32	57	55	54	50,00
Zink	19,97	17,01	26,05	22,1	16,66	25	17	29	31,25
Nickel	13,30	19,13	10,85	15,0	20,57	15	23	17	18,75
Eisen	—	0,52	0,47	0,5	0,62	3	3	—	—
Zinn	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Kobalt, Arsen u. s. w.	—	—	—	—	0,83	—	—	—	—

Durch einen kleinen (2 bis 3% betragenden) Zusatz von Eisen oder Stahl (s. vorstehend No. 6 und 7) wird das Neusilber bedeutend weisser, aber auch härter und spröder. Das Eisen schmilzt man vorläufig mit einem Teile des Kupfers zusammen, dieses Gemisch aber dann mit dem Nickel, dem Zink und dem Reste des Kupfers.

Unter dem Namen Alfenid werden in Paris, und unter dem Namen Alpaka in Wien, zu Tischgerät u. s. w. Legierungen verarbeitet, welche nichts anderes sind als Neusilber. Vom Alfenid sollen zwei Arten, die eine mit 12, die andere mit 25% Nickelgehalt bereitet, und erstere versilbert, letztere unversilbert in den Handel gebracht werden; indessen gab die Analyse einer käuflichen Probe folgende Zusammensetzung an: 59,1 Kupfer, 30,2 Zink, 9,7 Nickel, 1,0 Eisen. — Neuerlich hat man in Paris zu Löffeln u. s. w. eine Legierung verarbeitet, welche neben den Bestandteilen des Neusilbers auch Kadmium enthält, nämlich 69,9 Kupfer, 19,8 Nickel, 5,6 Zink, 4,7 Kadmium.

Man kann das Neusilber auch mit Nickeloxyd, statt mit metallischem Nickel, bereiten. In diesem Falle wird das geglühte Nickeloxyd mit $^1/_{10}$ Kohlenstaub, $^1/_{10}$ Sand und $^4/_{10}$ Pottasche zuerst in den Tiegel gegeben, dann das Kupfer zugesetzt und, wenn dieses mit dem Nickel sich vollkommen vereinigt hat, endlich das Zink, stark erwärmt und in kleinen Stücken, allmählich hinzugegeben. Ist das Zink nicht hinlänglich angewärmt, so entsteht oft beim Zusetzen desselben eine Explosion, welche durch Herumschleudern der geschmolzenen Masse sehr gefährlich werden kann.

Dem Neusilber verwandt ist das Nickelkupfer — nur aus Kupfer und Nickel, ohne Zinkzusatz, bestehend; härter und schwieriger zu bearbeiten, teurer und doch nicht wesentlich schöner als das Argentan: man hat dasselbe neuerlich in Nordamerika, Belgien, Jamaika, Brasilien und Deutschland zu Scheidemünzen angewendet, und zwar enthält das amerikanische 12%, das belgische und deutsche 25% Nickel.

E. Aluminium-Bronze.

Sie besteht aus 90 bis 97 Kupfer und 10 bis 3 Aluminium, zeichnet sich durch eine schöne gelbe, zum Teil mit derjenigen des Goldes leicht zu verwechselnden Farbe aus, nimmt einen hohen Glanz an, welcher jedoch an der Luft, infolge Bildung einer zarten Rostschicht, bald leidet. Wird diese Rostschicht durch mechanische Mittel nicht zerstört, so schützt sie vor weiterer Einwirkung der Luft.

Die Aluminium-Bronze kann sehr gut gegossen, kalt und glühend geschmiedet werden und zeichnet sich durch grosse Festigkeit aus.

Einheitsgewicht der Aluminium-Bronze:

97	Kupfer,	3	Aluminium	= 8,691
96	„	4	„	= 8,621
95	„	5	„	= 8,369
90	„	10	„	= 7,689

Reissfestigkeit der aus 90 Kupfer und 10 Aluminium zusammengesetzten Bronze für 1 *qmm* Querschnitt: gegossen 37 bis 69,7 *kg*; geschmiedet 64,6 *kg*.

Die Herstellung der Aluminium-Bronze erfolgt selten aus metallischem Aluminium. [1])

[1]) D. p. J. 1881, **239**, 414; 1884, **253**, 427; 1885, **258**, 166; 1886, **261**, 174; 1887, **264**, 332.

II. Abschnitt.

Darstellung roher Gestalten aus Metall (erste Stufe der Verarbeitung).

Die Hervorbringung eines jeden Gegenstandes aus Metall zerfällt in zwei Hauptabschnitte, nämlich in die Darstellung der rohen Gestalt und in die fernere Ausarbeitung. Obwohl nun nicht immer die Grenzlinie völlig scharf zu ziehen ist, welche diese beiden Abschnitte trennt, so kann man doch im allgemeinen bemerken, dass es gewisse Verarbeitungen der rohen Metalle giebt, welche als Haupt-Vorbereitungen zur Darstellung aller, selbst der künstlichsten, Metallerzeugnisse dienen. Jeder Bestandteil einer Metallarbeit ist ursprünglich entweder a. gegossen, oder b. geschmiedet, oder c. aus gewalzten Stäben oder aus Blech, oder endlich d. aus Draht verfertigt worden. Gussstücke, geschmiedete und gewalzte Stücke, Blech und Draht sind daher die ersten oder ursprünglichen Gestalten, der Rohstoff zur ferneren Verarbeitung, gleichsam die erste Hauptstufe der Metallverarbeitung überhaupt. Dass sie oft auch ohne weitere Bearbeitung schon fertiges Erzeugnis, Gegenstand des Gebrauchs oder des Handels sind, ändert an dieser Betrachtung nichts. Es ist daher die Aufgabe der Aufbereitungskunde, die Erzeugnisse dieser ersten Bearbeitung und ihre Verfertigungsarten zusammenzustellen und planmässig geordnet zu betrachten. Nach dem Gesagten trennt sich dieser Abschnitt in drei Abteilungen: Giesserei, Schmieden und Walzen (mit Einschluss der Blechdarstellung), Drahtverfertigung.

Diese Bearbeitungen gründen sich, wie man sieht, auf die Benutzung zweier Haupteigenschaften der Metalle: ihrer Schmelzbarkeit und Dehnbarkeit. Es giebt ausser den beiden hierdurch begründeten Wegen, um Metalle in beliebige Gestalten zu formen, nur noch einen einzigen, welcher darin besteht, von einem vorliegenden Stücke alle überflüssigen Teile durch Lösung des Zusammenhanges abzunehmen (wegzuschneiden u. s. w.). Dieses Verfahren ist die Grundlage fast aller — im III. Abschnitt abzuhandelnden — Bearbeitungen zur weiteren Ausbildung der Gestalten, für welchen Zweck die Dehnbarkeit der Metalle weit seltener in Anspruch genommen wird. Man könnte somit auch sämtliche mechanische Metallverarbeitungs-Vorgänge unterscheiden in solche, welche gegründet sind: a. auf die Schmelzbarkeit, b. auf die Dehnbarkeit, c. auf die Zerteilbarkeit.

Erste Abteilung.

Giesserei.[1])

Metalle giessen heisst: denselben in geschmolzenem Zustande eine bestimmte Gestalt geben, welche sie nach dem Wiedererstarren behalten. In der Regel wird diese Absicht dadurch erreicht, dass man mit dem flüssigen Metalle eine Höhlung oder Vertiefung von bestimmter Gestalt anfüllt. Auf diese Weise geformtes Metall heisst ein Gussstück (Guss, Gussware). Der Körper, dessen Höhlung mit Metall gefüllt wird, sowie wohl auch die Höhlung selbt, führt den Namen Form (Giessform, Gussform). — Ein Giessen ohne Giessform (im obigen Sinne) kommt bei der Verfertigung des Flintenschrotes vor.

Damit ein Metall zum Giessen tauge, muss es 1. ohne zu grosse Schwierigkeit schmelzbar sein; 2. nach dem Giessen ein dichtes Gefüge, ohne Höhlungen, Blasen u. s. w. besitzen; 3. die Giessform so genau und vollständig, wie für die Bestimmung der Gusstücke nötig ist, ausfüllen. In letzterer Beziehung ist zu bemerken, dass Metalle, welche im geschmolzenen Zustande dickflüssig sind, weniger leicht und genau in feine Höhlungen und Vertiefungen der Giessformen eindringen, als dünnflüssige; sowie, dass die mehr oder weniger gute Ausfüllung der Formen wesentlich von dem Schwinden (I, 214) der Metalle abhängt. Vermöge des Schwindens fällt das erkaltete Gussstück stets etwas kleiner aus, als der hohle Raum der Form gewesen ist, und die Grösse des letztern muss öfters mit Rücksicht hierauf voraus bestimmt werden, wenn nämlich das Gussstück genau festgesetztete Abmessungen haben soll, und nicht erst durch nachfolgende Bearbeitung noch verkleinert werden kann oder darf.

Das Schwinden ist die vereinigte Wirkung zweier ganz verschiedener Ursachen, nämlich der Raumveränderung (in der Regel: Zusammenziehung, nur bei Gusseisen und Zink: Ausdehnung) im Augenblicke des Erstarrens, und der nachherigen Zusammenziehung beim Abkühlen des schon festgewordenen Metalles. Das Schwindmass (der Betrag des Schwindens) ist bei den verschiedenen Metallen nicht gleich, und selbst bei einerlei Metall nach den Umständen, besonders nach der Temperatur des Metalles beim Giessen, verschieden. Nach den vorhandenen Beobachtungen beträgt die Zusammenziehung in einer Richtung bei:

Gusseisen (beim dunkelgrauen weniger als beim lichtgrauen und weissen)	$^1/_{125}$	bis	$^1/_{63}$	durchschnittlich	$^1/_{97}$
Messing	$^1/_{80}$	„	$^1/_{50}$	„	$^1/_{64}$
Glockenmetall	—	„	—	„	$^1/_{65}$
Bildsäulenbronze	$^1/_{170}$	„	$^1/_{72}$	„	$^1/_{120}$
Kanonenmetall	—	„	—	„	$^1/_{130}$
Zink	$^1/_{97}$	„	$^1/_{65}$	„	$^1/_{80}$
Blei	$^1/_{104}$	„	$^1/_{86}$	„	$^1/_{92}$
Zinn (ohne Bleizusatz)	$^1/_{173}$	„	$^1/_{120}$	„	$^1/_{147}$

[1]) C. Hartmann, Handbuch der Metallgiesserei. 4. Aufl. Weimar 1863.
Guettier, De la fonderie. Paris 1844.
Wiebe, Handbuch der Maschinenkunde, Bd. I, (Stuttgart 1858), S. 442.
Prechtl, Techn. Encykl. Bd. 5 u. 9 u. Ergänzungsbd. 2.
Dürre, Handbuch des Eisengiessereibetriebes, Leipzig 1870.
Ledebur, Handbuch der Eisengiesserei, Weimar 1883.

Den Betrag der Schwindung für das Flächenmass und für den Rauminhalt findet man genau genug, wenn man das einfache Schwindmass im ersten Falle verdoppelt, im letzteren verdreifacht. Schwindet z. B. ein Würfel in jeder seiner Richtungen um $^1/_{96}$, so beträgt dies auf jeder Fläche $^1/_{48}$ des Flächeninhaltes und vom körperlichen Inhalte $^1/_{32}$. Das Schwinden verursacht zuweilen bedeutende Schwierigkeiten im Giessen grosser, namentlich hohler Gegenstände, sofern bei einem vorhandenen Hindernisse gegen die freie Zusammenziehung das Metall durchreisst. Ein solches Hindernis bildet bei hohlen oder mit grossen Öffnungen versehenen Stücken der Kern, d. h. jener Formbestandteil, welcher innerhalb der Höhlung oder Öffnung des Gusses sich befindet. Oft ist es daher nötig, den Kern sofort nach Erstarren des Gussstücks zu entfernen, wenn er aus hartem Stoff (z. B. Metall) besteht, oder ihn durch Abkratzen schnell zu verkleinern, wenn er aus einem dieses Verfahren zulassenden Stoffe (Lehm, Sand) gebildet ist. In dieser Beziehung kommen manche Kunstgriffe zur Anwendung; man hat z. B. beim Giessen eines gewaltigen bronzenen Säulenkapitells im ganzen (also in ringartiger Gestalt) in den Sandkern dicke Eisenpflöcke stehend eingeschlossen, diese nach dem Erstarren des Metalles rasch ausgezogen und in die Höhlungen Wasser einlaufen lassen, welches den Kern erweichte und für die Zusammenziehung der Bronze nachgiebig machte.

Durch das Schwinden vermindert sich nur die Grösse des Gussstückes. Erscheinungen, die davon unterschieden werden müssen, weil sie eine Veränderung der Gestalt herbeiführen, sind das Saugen und Verziehen (I, 212). Das Saugen, wobei auf grösseren Oberflächen das Metall flach-grubenartig einsinkt, auch wohl im Innern Höhlungen entstehen, erklärt sich durch die nähere Betrachtung des Vorganges beim Erstarren des Gussstückes, wobei sich ergiebt, dass infolge der von aussen nach innen vorschreitenden Abkühlung immer schon eine äussere Schicht ringsum erstarrt ist, wenn im Innern noch ein flüssiger Kern sich vorfindet; letzterer verkleinert nach dem späterhin auch erfolgenden Erstarren durch Abkühlung sein Raummass, was notwendig mit der Entstehung luftleerer Hohlräume oder (besonders bei Gussstücken mit ebenen Begrenzungsflächen) mit einem Einsinken jener zuerst erstarrten Schicht (durch Wirkung des Atmosphärendruckes) verbunden ist. Das Ziehen, Verziehen oder Werfen ist die durch ungleichmässiges Zusammenziehen bei zu schnellem und ungleichem Abkühlen eintretende Gestaltänderung eines Gussstückes, welche unter Umständen bis zu gänzlicher Abtrennung einzelner Teile sich steigern kann. Zum Saugen ist das graue Gusseisen am wenigsten, das weisse Roheisen, die Bronze, das Messing, Blei und Zink mehr, das Zinn am meisten geneigt.

Die Metalle sind, in Beziehung auf die angegebenen, die Tauglichkeit zum Gusse bedingenden Eigenschaften sehr verschieden, und daher nicht in gleichem Grade zur Giessnrei anwendbar. Je schmelzbarer ein Metall ist, desto wenigere und desto einfachere Vorkehrungen wird es zum Gusse erfordern (Zinn, Blei); Metalle, welche im Guss löcherig oder blasig ausfallen, sind wenig oder gar nicht anwendbar (Kupfer); solche, welche dünnflüssig sind und wenig schwinden, nehmen am vollständigsten die Gestalt der Giessform mit allen feinen Umrissen derselben an, liefern die schärfsten und schönsten Güsse, zumal wenn bei ihnen im Augenblicke des Erstarrens eine Ausdehnung stattfindet (Gusseisen, Zink).

Die Behandlung der Metalle bei dem Schmelzen vor dem Giessen ist von wichtigem Einflusse. Sie müssen den gehörigen Hitzegrad haben; zu wenig heiss, erstarren sie früher, als sie in die entferntesten Teile der Form gelangen; zu weit über ihren Schmelzpunkt erhitzt, ziehen sie sich schon vor dem Erstarren merklich zusammen, schwinden mehr, weil diese Zusammenziehung zu den beiden unvermeidlichen Ursachen des Schwindens hinzukommt, und erlangen oft eine rauhe, an vielen Stellen ein-

gesunkene, d. h. mit Grübchen bedeckte Oberfläche. Alle Teile von Oxyd oder Schlacke müssen vor dem Giessen sorgfältig von der Oberfläche des Metalls entfernt werden, weil sie sich sonst mit dem in die Form einfliessenden Metalle vermengen, davon eingeschlossen bleiben, dasselbe unrein, unganz machen, und der Schönheit wie der Dichtheit und Festigkeit des Gussstückes schaden. Das Eingiessen in die Formen muss so geschehen, dass das Metall ohne Unterbrechung fliesst, bis die Form voll ist. Jedes Absetzen macht sich (wenn nicht etwa das Metall sehr heiss war) durch eine Stelle bemerkbar, wo der Zusammenhang im Gussstück unvollkommen ist, und beim Biegen, Schlagen mit dem Hammer u. s. w. eine Trennung erfolgt (kaltgüssige Stücke, Kaltguss).

Die nötigsten Eigenschaften einer Giessform sind: 1. Dauerhaftigkeit, wenigstens in solchem Grade, dass die Form einen Guss ohne Beschädigung (Schmelzen, Zerspringen, Abbröckeln, Verbrennen) aushält; 2. Schärfe, d. h. möglichst genaue Ausführung auch in den kleinsten Teilen ihrer Höhlung, damit das Gussstück so vollkommen, als die Umstände erlauben, die beabsichtigte Gestalt erhält, und das Nacharbeiten durch Befeilen, Abdrehen u. s. w. ganz erspart oder doch nicht ohne Not mühsam gemacht wird. Wichtig ist auch 3. dass die Formen das in sie gegossene Metall nicht zu schnell abkühlen, daher sie womöglich aus schlechten Wärmeleitern bestehen müssen und oft noch überdies vor dem Gusse erwärmt werden; 4. dass sie kein festes Anhängen des geschmolzenen Metalles gestatten, daher man sie mit einem dünnen Überzuge eines pulverigen Stoffes (Kohlenstaub, Russ, Kreide, Thon, Bolus, je nach den Umständen) versieht. — Gewöhnlich bestehen die Formen aus zwei oder mehreren Teilen. Wo diese aneinander schliessen, dringt leicht beim Gusse etwas Metall in die Fuge und erzeugt auf der Oberfläche des Gussstückes eine erhabene Linie (Gussnaht), welche aber bei gut gelungenen Güssen jedenfalls nur fein sein darf. Bei grösseren Formen, und auch bei kleineren, wenn diese sehr enge Höhlungen enthalten, muss der Luft, welche bisher den Raum ausfüllte, sowie etwa sich bildenden Gasen und Dämpfen ein Ausweg verschafft werden, weil sonst die Form sich nicht vollständig füllen kann. Wenn die Fugen und Poren der Form dazu nicht hinreichen, so muss man besondere Luftlöcher, Windpfeifen, anbringen, deren äussere Mündung aber nicht tiefer liegen darf als die Öffnung, durch welche das Metall eingegossen wird, damit letzteres nicht ausläuft. Der Einguss, das Giessloch, teilt sich öfters in zwei oder mehrere Kanäle (Gussröhren), um das Metall an mehreren Punkten zugleich in die Form zu leiten, und diese schneller zu füllen. Überhaupt muss im allgemeinen das Giessloch so angebracht werden, dass das Metall auf dem kürzesten Wege in alle Teile der Form gelangt, weil es, zu früh erkaltend, die Höhlung unvollkommen anfüllt. Natürlich muss der Einguss höher liegen, als der höchste Punkt der hohlen Form; er mündet aber auch nicht unmittelbar, sondern durch einen Kanal von einiger Höhe in die Form, damit die hier stehende flüssige Metallsäule durch ihren Druck den Guss verdichte, und auch beim Schwinden desselben die Form soviel möglich voll erhalte, wobei

das Metall im Giessloche (der Anguss, Gusszapfen, Giesskopf) bei ansehnlicher Grösse trichterartig einsinkt (das Nachsacken).

Die Giessformen sind (I, 246) entweder a. verlorene, welche nur ein einziges Mal dienen können, weil sie durch die Hitze des eingegossenen Metalles unbrauchbar werden, oder weil die Gestalt des Gussstückes die Trennung desselben von der Form ohne Beschädigung oder Zerstörung der letztern unmöglich macht (Beispiel ein bauchiges Gefäss, wenn der die Höhlung begrenzende Teil der Form — der Kern — ein Ganzes ist); oder b. gute, feste oder bleibende, wenn sie mehrere oder sehr viele Güsse aushalten.

Stoffe zu verlornen Giessformen sind: Sand, Lehm, und bei leichtflüssigen Metallen, zuweilen: Gips; — zu bleibenden Formen, bei schwerflüssigen Metallen: Eisen; bei leichtflüssigen: Eisen, Messing, Blei, Zinn, Sandstein, Serpentin, Thonschiefer, Gips, in einigen Fällen Holz, Papier.

Ein Metall, wenn es nicht zu stark erhitzt ist, kann in Formen aus dem nämlichen (ja sogar aus einem etwas leichtflüssigeren) Metalle gegossen werden, ohne dass diese schmelzen; denn die ganze Hitze des einfliessenden Metalles, welche kaum mehr als hinreichend ist, dasselbe in dem flüssigen Zustande zu erhalten, kann nicht auch noch die Form schmelzen, besonders wenn letztere an Körpermasse das eingegossene Metall übertrifft; ein teilweises (örtliches) Schmelzen der Form wird durch die schnelle Fortleitung der Wärme verhindert. Anders ist es freilich, wenn das gegossene Metall beträchtlich über seinen Schmelzgrad erhitzt war, und seine Menge bedeutend ist im Vergleiche mit der in der Form enthaltenen Stoffmenge.

Folgende Metalle und Metallmischungen lassen sich giessen, und werden wirklich zur Giesserei verwendet: Eisen (nämlich Roh- oder Gusseisen), Messing und Tombak, Neusilber, Bronze, Blei, Zinn, Zink, Silber, Gold (letztere beiden selten). Als Ausnahmen nur kommen Güsse von Kupfer und Aluminium vor, bei deren Verfertigung man sich wie beim Giessen des Messings benimmt; ferner von Stahl (Maschinenteile, Turmglocken), für welche das Verfahren der Eisengiesserei zur Richtschnur dient.

Zur Herstellung der Formen aus Sand (welche die gebräuchlichsten sind) wird meistens ein Modell erfordert, und das Gewicht desselben kann zur annähernden Vorausbestimmung des Gewichtes dienen, welches der Abguss haben wird. Hierzu eignet sich folgende Tafel (S. 97), worin diejenigen Zahlen angegeben sind, mit welchen man das Gewicht des Modelles zu multiplizieren hat, um das Gewicht des Gussstückes zu finden.

Es versteht sich von selbst, dass Vorstehendes keine Anwendung auf solche Fälle findet, wo — wie bei den meisten hohlen Gegenständen — das Modell Körperteile enthält, die am Gussstücke fehlen.

1. Eisengiesserei.

Unter den verschiedenen Arten des Roheisens eignen sich das hell- und mittelgraue und das halbierte am besten zur Giesserei; das dunkelgraue besitzt zu wenig Festigkeit und giebt undichte Güsse, kann daher höchstens zu Stücken, von welchen man keine ausgezeichnete Haltbarkeit fordert, angewendet werden; das weisse Eisen ist zu spröde, zu wenig dünnflüssig, füllt daher die Formen schlecht, und verzieht sich überdies

beim Erkalten leicht, zerspringt sogar (in dünnen Stücken) von selbst während des Abkühlens.

Wenn das Modell besteht aus	und der Abguss gemacht ist in				
	Gusseisen	Messing	Rotguss (Tombak) oder Bronze	Glocken- oder Kanonen-metall	Zink
Fichten- oder Tannenholz .	14,0	15,8	16,6	17,1	13,5
Eichenholz	9,0	10,1	10,4	10,9	8,6
Buchenholz	9,7	10,9	11,4	11,9	9,4
Lindenholz	13,4	15,1	15,6	16,3	12,9
Birnbaumholz	10,2	11,5	11,9	12,4	9,8
Birkenholz	10,6	11,9	12,3	12,9	10,2
Erlenholz	12,8	14,3	14,8	15,5	12,2
Mahagoniholz	11,7	13,2	13,6	14,2	11,2
Messing	0,84	0,95	0,99	1,0	0,81
Zink	1,00	1,13	1,17	1,22	0,96
Zinn (mit $^1/_4$ bis $^1/_5$ Blei) .	0,89	1,00	1,03	1,12	0,85
Blei oder Hartblei . . .	0,64	0,72	0,74	0,78	0,61
Gusseisen	0,97	1,09	1,13	1,18	0,93

Man hat verschiedene Legierungen des Eisens zur Anwendung in der Giesserei empfohlen, so zunächst jene mit Zinn. Wird Gusseisen erhitzt bis es zu schmelzen anfängt und dann mit 20 bis 25% Zinn versetzt, während man es zur Vermeidung der Oxydation mit Holzkohlenpulver bedeckt, so entsteht eine Verbindung, welche ferner mit Gusseisen zusammengeschmolzen ein innigeres und gleichmässigeres Gemisch liefert, als durch unmittelbares Schmelzen des Eisens mit einer geringen Menge Zinn entstehen würde. Aus 5 Teilen obiger Legierung und 4 Teilen Gusseisen geht eine Zusammensetzung hervor (8 bis 10 Eisen gegen 1 Zinn enthaltend), welche sehr hart und elastisch, zum Glockenguss u. s. w. geeignet ist. Je kohlenstoffreicher das Eisen, desto mehr Zinn verträgt es. — Grosse Festigkeit und Zähigkeit erlangt das Gusseisen, wenn man es schmelzend mit 20 bis 25% weissglühend gemachten Schmiedeisens (Drehspäne, oder andere kleine Abfälle u. dgl.) versetzt und dabei gut umrührt (vergl. I, 181). Es werden auch wohl dünne Walzeisenstäbe in eine Herdgussform gepflanzt, mit Eisen umgossen und die entstehenden Gussstücke, nachdem man sie entsprechend verkleinert hat, aufs neue verschmolzen. Aus dieser (verstärktes Gusseisen genannten) Mischung giesst man Bremsblöcke für Eisenbahnfahrzeuge, besonders zäh sein sollende Maschinenteile u. dgl. Fügt man zu derselben etwas von der oben angegebenen Mischung aus Gusseisen und Zinn, so erhält man eine Legierung von ausgezeichnet dichtem Gefüge und guter Politurfähigkeit. — Aus 80 Teilen (reinem oder wie vorstehend mit Schmiedeisen versetztem) Gusseisen, 1 Teil Zinn und 1 Teil Wismut soll eine Metallmasse von feinem Korn und starkem Glanz entstehen, welche nicht leicht rostet. — Kupfer (in Mengen von 1 bis 12%) zu dem aus Guss- und Schmiedeisen gemischten Metalle gesetzt, macht letzteres geschmeidiger. Die Mischung von 100 Gusseisen mit 9,5 Kupfer, 1,5 Zinn und 1,5 Antimon soll zu Zapfenlagerfuttern für grosse Maschinen vorzüglich sein. — Durch Legierung mit 2,5% Nickel verliert das Gusseisen an Festigkeit.

Das Giessen des Eisens geschieht entweder aus dem Hochofen unmittelbar (Hochofenguss) oder es wird das Roheisen zum Behufe der Giesserei umgeschmolzen (Umschmelzbetrieb). Das erstere Verfahren gewährt allerdings den Vorteil der geringeren Kostspieligkeit, indem der

Giessereibetrieb mit der Eisenerzeugung in Verbindung gesetzt ist und das Eisen in dem Masse, wie es in dem Hochofen sich erzeugt, abgestochen und in Kanälen nach den Formen hingeleitet, oder mit schmiedeisernen Kellen (I, S. 594) aus dem Vorherde geschöpft und in die Formen gegossen wird. Allein es setzt voraus, dass die Giesserei ohne Unterbrechung im Gange sein kann, und führt den Nachteil mit sich, dass — bei den mancherlei Zufälligkeiten, welchen der Hochofenbetrieb unterliegt — nie mit Sicherheit genau jene Eisenart erzeugt werden kann, welche zu den eben anzufertigenden Gussstücken am tauglichsten ist. Bei dem Umschmelzbetriebe dagegen ist es leicht, die angemessenste Eisenart auszuwählen, oder sie durch Zusammenschmelzen (Gatten, Gattieren) verschiedener Arten, zum Teil auch durch eigentümliche Behandlung des Eisens beim Umschmelzen selbst, zu erzeugen.

Das Umschmelzen des Eisens für die Giesserei geschieht zuweilen in Thon- oder Graphittiegeln (I, S. 191), in welchen man, zur Abhaltung der Luft, das klein zerschlagene Eisen (10 bis 15 *kg*) mit Kohlenstaub oder Hochofenschlacken bedeckt. Dieses Verfahren (Tiegelguss) eignet sich aber nur für den Guss kleinerer Gegenstände; es verursacht etwa 10 % Eisenverlust. Gewöhnlicher ist das Umschmelzen in Schachtöfen und Flammöfen.

Die Schachtöfen (Kupolöfen) (I, S. 174) sind nicht über 6 *m* hoch, mit einem Gebläse versehen, von feuerfesten Ziegeln mit einem Mörtel aus Thon und Sand aufgeführt, und äusserlich mit gegossenen oder Blechplatten bekleidet. Ihr Schachtraum verjüngt sich zuweilen nach oben, ist im Querschnitte kreisrund, viereckig oder achteckig, hat an der weitesten Stelle 0,45 bis 1 *m* Durchmesser und unten ein Stichloch zum Ablassen des Eisens. Letzteres (bestehend in käuflichem neuen Roheisen, meist mit Zusatz von Brucheisen, d. h. alten zerbrochenen Gusssachen, gelegentlich auch Dreh- und Bohrspänen[1]), wird mit Holzkohlen oder Koke schichtenweise aufgegeben, und wenn eine gehörige Menge des Metalles (von 150 bis 10000 *kg*) niedergeschmolzen ist, wird abgestochen und gegossen. Man rechnet von 100 *kg* aufgegebenen Eisens 3 bis 9 *kg* Abbrand (Verlust), und verbraucht auf 100 *kg* eingetragenen Roheisens (je nach Grösse und Bauart des Ofens, Beschaffenheit des Eisens, des Brennstoffes, des Gebläses u. s. w.) 5 bis 30 *kg* Koke, sofern der Ofen einmal im Gange ist. Die jedesmalige Inbetriebsetzung des Ofens erfordert eine gewisse Brennstoffmenge für das Anwärmen (Füllen) desselben, so dass die gesamte Brennstoffmenge für 100 *kg* geschmolzenes Eisen 8 bis 40 *kg* Koke (oder 16 bis 65 *kg* Holzkohle) beträgt. 1 *qcm* Ofenquerschnitt liefert durchschnittlich 0,7 bis 1,3 *kg* geschmolzenes Eisen in der Stunde. Jedes *kg* Koke erfordert 12 bis 15 *kg* Luft, welche mit 20 bis 130 *cm* Wassersäulenpressung in den Ofen getrieben wird.

Zur Herstellung sehr grosser Gussstücke lässt man die ganze Menge Metall, welche ein Ofen fassen kann, sich sammeln, und sticht auch zwei oder mehrere nebeneinander stehende Öfen zugleich ab, um ihren Inhalt vereinigt in eine Form zu leiten. Für solche Fälle werden zuweilen Schachtöfen von ungewöhnlicher Grösse (bis zu 12 000 *kg* Eisen fassend) erbaut, auch wird wohl das geschmolzene Eisen in einem besonderen (unter oder vor dem Ofen angeordneten) gemauerten Sammelraum (Vorherd) von erforderlicher Grösse aufgesammelt (I, S. 179) oder in ein, vom Ofen getrenntes, gut ausgefüttertes eisernes Gefäss geleitet. Man gewinnt hierdurch die Möglichkeit, dass während mehrerer Stunden in einem oder mehreren Öfen geschmolzene Eisen für einen Guss be-

---

[1]) D. p. J. 1857, **143**, 425.

reit halten zu können. Um die unvermeidlichen Wärmeverluste unschädlich zu machen, giebt man — durch reichlicheren Brennstoffzusatz — dem Eisen eine grössere Hitze als gewöhnlich; muss sich dann aber nach Umständen dazu bequemen, den etwa zu heissen Inhalt des Sammelgefässes künstlich zu kühlen. Das geschieht durch Umrühren mittels gusseiserner Krücken, welche in dem Bade schmelzen.

Die Flammöfen (I, S. 167) haben den Vorzug, dass bei ihnen das Eisen nicht mit dem Brennstoff in Berührung kommt, also nicht, wie in Schachtöfen, eine grössere Menge Kohlenstoff aufnehmen und dadurch seine Beschaffenheit auf eine unwillkommene Weise ändern kann. Auch unterliegt bei ihnen das Eisen nicht der Zerteilung in viele einzelne Tropfen, wie beim Schachtofen, woraus eine dichtere (nicht „schaumige") Beschaffenheit der Gussstücke sich ergiebt. Die Flammöfen bestehen aus einem länglichen, überwölbten, mit Sand bedeckten Schmelzherde, der ein wenig geneigt ist, und vor welchem sich, an der tiefer liegenden schmalen Seite, das Stichloch befindet. Gegenüber dem Stichloche (also an dem höheren Ende) ist der Feuerrost angebracht, auf welchem Steinkohle oder Holz gebrannt wird. Die aus dem Feuerraume über eine niedrige Scheidemauer (Brücke, Feuerbrücke) hereinschlagende Flamme bestreicht den ganzen Herd seiner Länge nach, und zieht durch einen 18 bis 24 *m* hohen Schornstein ab, der an der Vorderseite, über dem Stichloche, angebracht ist. Da mit der Flamme mehr oder weniger noch sauerstoffhaltige Luft durch den Ofen streicht, so entzieht diese durch Verbrennung dem Eisen einen Teil seines Kohlenstoffes, und zwar desto mehr, je stärker der Luftzug ist, und je mehr durch stärkere Neigung des Schmelzherdes das abschmelzende Eisen genötigt wird, einen langen Weg über den Herd hinab zu laufen, wobei es in dünnen Strahlen der Wirkung der oxydierenden Luft ausgesetzt ist. In Fällen, wo man die entkohlende Wirkung der Luft vermindern will, bedeckt man das Eisen mit Kohlenklein, welches zugleich zur Vermehrung der Hitze beiträgt. Hierdurch ist bis zu einem gewissen Grade das Mittel gegeben, dunkelgraues Eisen teilweise zu entkohlen und es für den Guss geeigneter zu machen. Der Eisenabgang beim Umschmelzen in Flammöfen ist nach der Bauart dieser letzteren sehr verschieden, und beträgt von 6 bis gegen 20%. Ein Flammofen fasst 800 bis 4000, zuweilen 6000 *kg* und noch mehr Eisen. Der von ihm geforderte Brennstoffaufwand ist sehr gross und die Bedeutung des Ofens für das Umschmelzen des Gusseisens zur Zeit sehr gering.

Es wird der Flammofen indessen viel zum Umschmelzen der Bronze und, als Gasflammofen (I, S. 172) des Stahles verwendet.

Aus dem Stichloche des Umschmelzofens (sei er ein Schacht- oder Flammofen) lässt man entweder das Eisen unmittelbar durch eine in Sand geschlagene Rinne (Masselgraben) in die vor dem Ofen aufgestellten oder in die Erde eingegrabenen Formen laufen (Vorsetzen, Laufenlassen), oder man füllt damit eiserne, mit Lehm bestrichene (I, 594) Kellen, Pfannen, die von Arbeitern aus freier Hand oder mittels eines Krahnes nach den Formen geschafft und dort durch Umneigen ausgegossen werden. Die auf dem Eisen schwimmende Schlacke wird mit einem Holzstücke (Krampstock) zurückgeschoben oder von einer am Gefässe selbst befindlichen Schutzplatte aufgehalten, damit sie nicht mit in die Formen läuft (I, 280).

Die schmiedeisernen Giesskellen, welche von einem Arbeiter an einem 0,9 bis 1,2 *m* langen Stiele getragen werden und die Gestalt eines grossen, tiefen, runden Löffels haben, fassen bis 25 *kg* Eisen; die schmied- oder gusseisernen kesselförmigen Giesspfannen zum Tragen durch zwei oder vier Personen an zwei Tragstangen eingerichtet, bis 300 *kg*; die grossen, mittels Krahn bewegten Pfannen (Krahnpfannen), zuweilen bis 8000 *kg*. So grosse Pfannen kippt man behufs des Giessens mittels Wurmrad und Wurm (I, 596). Ganz

grosse Pfannen werden auf Wagen gestellt und beim Ausgiessen nicht gekippt, sondern behufs Ablassens des Eisens ein Ventil im Boden des Gefässes oder ein Schieber in der Nähe des Bodens angebracht.

Die Kunst, die für den Guss nötigen Formen herzustellen, wird Formerei genannt. Bei der grossen Hitze des geschmolzenen Eisens kann man sich zum Giessen desselben nur der Formen aus feuerfesten Stoffen bedienen, und diese beschränken sich auf drei, nämlich: Sand, Lehm und Gusseisen. Hiernach entstehen drei Hauptabteilungen der Giesserei, nämlich Sandgiesserei, Lehmgiesserei und Schalenguss. Der Formsand ist ein mehr oder weniger thonhaltiger Quarzsand, welcher eben durch seinen Thongehalt die Eigenschaft erlangt, im feuchten Zustande gewissermassen knetbar zu sein, bleibende Eindrücke anzunehmen und Zusammenhang zu behalten (zu binden oder zu stehen). Aller Formsand muss von feinem und gleichmässigen Korn sein, damit die darin gegossenen Waren eine glatte Oberfläche ohne Grübchen erhalten. Hinsichtlich seiner Bindekraft unterscheidet sich der Formsand in magern (weniger bindenden) und fetten. Der magere Sand wird auch geradezu Sand (im engern Sinne des Wortes) genannt; der fette Sand, welcher (falls man ihn nicht natürlich vorfindet) oft künstlich durch Vermengung von Sand und Lehm oder Thon hergestellt wird, heisst dann zum Unterschiede Masse (daher Masseformerei, Masseguss). Auch statt mageren Sandes braucht man zuweilen ähnliche künstliche Mischungen, z. B. aus gepochtem Sandstein, rohem Lehm und gebranntem Lehm.

Nach einigen vorhandenen (die Mannigfaltigkeit der Formsande aber gewiss nicht umfassenden) chemischen Untersuchungen enthält magerer Formsand 86 bis 92% Kieselerde, 4 bis 9 Thonerde, 2 bis $5\frac{1}{2}$ Eisenoxyd, 0 bis 1 kohlensauren Kalk; — fetter hingegen 80 bis 93 Kieselerde, 4 bis $11\frac{1}{2}$ Thonerde, $1\frac{1}{4}$ bis 11 Eisenoxyd, 0 bis $3\frac{3}{4}$ kohlensauren Kalk. Im Notfalle kann man sich nach dieser Andeutung künstliche Gemenge aus Quarzsand (feinem Streusand), fettem kalkfreien Thon und Eisenoxyd (rotem Ocher) bereiten. Die grössere oder geringere Festigkeit (Bindekraft) scheint nach vorstehendem mehr in der physischen Beschaffenheit als in der chemischen Zusammensetzung — namentlich dem Thonerdegehalt — begründet zu sein. Der Kalkgehalt ist im Formsande jedenfalls unwesentlich, bei einigem Belange sogar schädlich, weil er den Sand schmelzbar macht, so dass die mit dem eingegossenen Eisen in unmittelbare Berührung kommenden Körnchen zusammenbacken und sich fest an die Eisenfläche anhängen. — Man prüft den Formsand, nachdem er mit Wasser gehörig befeuchtet worden, a) auf seine Feinheit durch Eindrücken des Fingers, wobei zu beobachten ist, in welchem Grade er die zarten Runzeln der Haut wiedergiebt; b) auf seine Bindekraft, indem man einen in der Hand zusammengepressten Klumpen aus allmählich grösserer Höhe fallen lässt, bis er zerbricht; c) auf seine Durchlässigkeit durch Begiessen einer gewogenen Sandkugel mit Wasser, bis sie nichts mehr einsaugt, und Wiederwägen, wobei die grössere Durchlässigkeit an stärkerer Gewichtszunahme erkannt wird.

Der eigentliche (magere) Sand wird zur Verfertigung der Form entweder nur in einer gehörig dicken Schicht vor dem Ofen auf dem Fussboden der Hütte (dem Herde) ausgebreitet (Herdformerei, Herdguss), oder in hölzerne oder eiserne Kästen, Laden, eingeschlossen (Kastenformerei, Kastenguss). Die Formerei mit Masse ist immer Kastenformerei. Hiernach erhält man folgende Übersicht der Formerei für den Eisenguss:

A. Sandformerei. { a. Herdformerei.
b. Kastenformerei.
B. Masseformerei.
C. Lehmformerei.
D. Schalenformerei.

A. Sandformerei, Sandguss.

Der (magere) Sand besitzt so wenig Bindekraft oder Zusammenhang, dass man die daraus verfertigten Formen im feuchten Zustande zum Gusse anwenden muss, weil sie beim Trocknen abbröckeln oder gar auseinander fallen würden. In diesem feuchten Zustande wird der Sand nasser oder grüner Sand genannt. Diese Art der Formerei ist die wohlfeilste, weil die Formen am schnellsten vollendet sind und keine Vorkehrungen zum Trocknen erfordert werden; man bedient sich ihrer daher am häufigsten, und namentlich in allen Fällen, wo a. die Formen nicht zu gross sind, um bei dem Drucke des eingegossenen Eisens ihren Zusammenhang zu behalten; b. die Formen keine feinen Verzierungen oder sonstige sehr freistehende und schwache Teile enthalten, welche leicht wegbrechen; c. die Gussstücke nicht der grössten Weichheit bedürfen. In dem nassen Sande wird nämlich das Eisen ziemlich schnell abgekühlt (abgeschreckt), wodurch dünne Stücke durch und durch hart werden, dickere aber wenigstens auf der Oberfläche eine, die nachfolgende Arbeit erschwerende, harte Haut bekommen. — Die Feuchtigkeit des nassen Sandes wird bei der Berührung mit dem geschmolzenen Eisen teils in Dampf verwandelt, teils zersetzt; es entwickeln sich daher nebst Wasserdampf auch brennbare Gase (Wasserstoffgas). Auch die kohlenstoffhaltigen Körper (Kohlenpulver, Stärkemehl), mit welchen man die Formflächen bestaubt oder bestreicht, um das Anbrennen, bezw. die Schorfbildung der Gussstücke zu verhüten, liefern brennbares Gas (Kohlenoxydgas).

Diese Gase müssen auf eine zweckmässige Weise abgeleitet werden, damit sie keine Blasen in dem Gusse hervorbringen. Dazu bieten teils die Poren des Sandes, und beim Kastenguss die Fugen der aufeinander stehenden Kästen, schon Gelegenheit dar; teils bringt man absichtlich Luftabzüge (Windpfeifen) an, z. B. indem man an verschiedenen Stellen Drähte in den Sand steckt und wieder herauszieht, oder blecherne Röhren einschiebt, die in der Wand durchlöchert sind. Die abziehenden Gase werden an den Öffnungen, aus welchen sie hervordringen, mittels eines brennenden Holzstückes entzündet, und brennen bis nach Beendigung des Gusses von selbst fort. Versäumt man dies, so entzünden sich leicht grössere angesammelte Mengen des Gases von selbst mit einer Explosion, die der Form gefährlich werden kann.

Zum Zerteilen aller Klümpchen wird der trockene, rohe Formsand zerstossen oder auf einer Sandmühle gemahlen, welche aus zwei wagerecht nebeneinander liegenden Walzen, oder häufiger aus zwei auf einem gusseisernen Bette im Kreise herumrollenden, gusseisernen breiten Rädern besteht (Kollermühle, I, 358). Ebenso bedient man sich des Stampfens oder Mahlens, um einen gröberen Sand behufs Anwendung für feineres Gusswerk zu verfeinern. Selbst-

verständlich ist das Durchsieben des Sandes mittels mehr oder weniger feiner Siebe.

Zur Sandformerei ist der Regel nach ein Modell (Gussmodell) notwendig, welches die Gestalt des zu erzeugenden Gussstückes besitzt; soll letzteres ein genau bestimmtes Mass haben, so muss das Modell in dem Verhältnisse länger, breiter und dicker sein, als das Eisen der Erfahrung zufolge schwindet. Man bedient sich deshalb, bei der Anfertigung der Modelle nach Zeichnungen, eines Schwindmassstabes, auf welchem z. B. (das Schwindmass = $^1/_{97}$ gesetzt) der Raum von 0,97 *m* wahren Masses in 96 Centimeter geteilt ist. Mit dem wahren Masse nimmt man die Abmessungen der Zeichnung; mit dem vergrösserten Masse überträgt man sie auf das Modell. Die Modelle sind gewöhnlich von Holz, und müssen aus recht trockenem Holze mit Sorgfalt zusammengefügt sein, damit sie nicht schwinden oder sich werfen; man nimmt am liebsten Erlen-, Kiefern- oder Rosskastanienholz, weil diese leicht zu bearbeiten (nicht zu hart) und dem Schwinden weniger als andere unterworfen sind. Zuweilen hat man (für vielfältig abzugiessende Stücke) Modelle von Eisen, Messing, Blei, Stein u. s. w. Seltener sind Modelle von Gips oder Wachs. Die Modelle müssen so gestaltet sein und so in den Sand gelegt werden, dass sie gut loslassen, d. h. sich aus dem Sande, in den man sie eingesenkt, oder den man darüber geformt hat, leicht wieder ausheben lassen, ohne Teile desselben wegzureissen; sie müssen ferner recht glatt und trocken sein, damit kein Sand daran hängen bleibt; metallene Modelle werden aus letzterem Grunde wohl sogar erwärmt, hölzerne überzieht man mit Leinölfirnis oder einem Harzfirnisse (z. B. Auflösung von Siegellack, oder auch nur Schellack, in Weingeist). Oft ist es notwendig, zerschnittene Modelle anzuwenden, die aus zwei oder mehreren genau zusammenpassenden Teilen bestehen; diese Teile werden vor der gänzlichen Ausarbeitung des Modelles in der Art zusammengeleimt, dass man in jede Leimfuge ein Blatt dicken Papieres einlegt, wodurch sich nach gänzlicher Vollendung des Modelles die Trennung der Teile mittels eines auf die Fugen gesetzten und vorsichtig eingetriebenen Meissels leicht bewirken lässt. Manchmal ist nicht das ganze Modell des Gussstückes, sondern nur ein Teil desselben erforderlich, durch dessen wiederholtes Einformen die Form für den ganzen Gegenstand hergestellt wird. Nach Beseitigung des Modelles muss sehr oft das Innere der Sandform noch geglättet, nachgeputzt oder ausgebessert werden, wozu man sich hölzerner Streichbrettchen, stählerner Spateln, löffelähnlicher und vielfältig anders gestalteter Werkzeuge von Messing oder Bronze bedient (I, 252).

Formvertiefungen von einfacher Gestalt gestatten oft die Ersparung des Modelles, indem man sie mittels eines entsprechend gestalteten, um eine Achse im Kreise bewegten Eisenbleches (einer Lehre oder Schablone) in dem, den Formkasten füllenden Sandkörper ausschneidet oder ausschabt (Lehrenformerei, Schablonenformerei) im Gegensatz zur Modellformerei. Die Lehrenformerei ist für das Formen der Räder, Riemenrollen, aber auch für stabförmige Gestalten, sofern die Zahl der geforderten Gussstücke einer Grösse gering ist, in grossem Umfange gebräuchlich (vergl. I, 263).

a. Herdformerei (I, 251).

Sie liefert einfache, vorzüglich flache Stücke, die meist nur auf einer einzigen Seite eine ganz ebene oder mit bestimmten Umrissen (Verzierungen u. dgl.) versehene Oberfläche haben (Platten, Ofenroste, manche Topfdeckel, grobe Gewichte, Ambosse für Hammerwerke u. s. w.). Da die Modelle für diese Gegenstände in die Sandfläche eingedrückt werden, so müssen sie verjüngt, d. h. ihre Seitenflächen oder Ränder nach unten

und einwärts schräg sein, um das Wiederherausnehmen (Ausheben) ohne Beschädigung der gemachten Vertiefung zu gestatten. Zur Bequemlichkeit versieht man gern die Modelle mit bleibenden oder wegnehmbaren Handgriffen. Der Sand zur Herdformerei darf nicht zu fein sein, sonst drückt er sich zu dicht zusammen, Feuchtigkeit und Luft entweichen dann unvollkommen, und das Eisen giesst sich nicht scharf, nimmt auch Blasen an. Er wird scharf getrocknet oder gelinde gebrannt, mit (dem Masse nach) $^1/_3$ Pulver von Holzkohle, Steinkohle (Sandkohle) oder Koke versetzt, gesiebt, angefeuchtet, gut durcheinander gemengt und sogleich zum Formen verbraucht. Schon gebrauchter Sand kann dem frischen in mässiger Menge zugemischt werden. Der Zusatz von Kohle macht den Sand lockerer, erleichtert also das Entweichen von Dampf und Luft beim Giessen, und vermindert seine Wärmeleitungsfähigkeit, verzögert folglich die Abkühlung des Eisens in der Form. Der Herd (S. 100) wird gehörig durch Umstechen aufgelockert, mit Richtscheit und Setzwage so geebnet, dass er eine wagerechte Fläche bildet, und dann 20 bis 30 *mm* hoch mit dem zubereiteten Formsande übersiebt. Auf diese lockere Sandfläche legt man das Modell, klopft es mit einem hölzernen Hammer hinein, dämmt den Sand ringsherum bis zum obersten Rande des Modelles auf, sticht mit einem eisernen Spiesse an einigen Stellen schräg unter die Form in den Sand (um Öffnungen, Windpfeifen, S. 101, zu bilden), macht den Einguss, d. h. eine Rinne im Sande, durch welche das Eisen in die Form laufen soll, und hebt endlich das Modell aus, worauf die Form mit einem glatten Streichbrettchen (Dämmbrett) geglättet und nachgeputzt wird. Stark hervorspringende Teile der Form befestigt man durch eiserne Nägel, oder bildet sie aus Lehm, den man brennt, um auf eine und die andere Weise dem Wegbrechen der Teile beim Ausheben des Modelles oder durch den Druck des Eisens beim Gusse vorzubeugen. Die letzte Arbeit vor dem Gusse besteht darin, dass man die Form mit feinem Kohlenstaub durch einen leinenen Beutel stäubt, um das Anhängen des Sandes an den Guss, sowie die Oxydation des letzteren und die Entstehung von kieselsaurem Eisenoxyd, welches ein leicht schmelzbarer Stoff ist, zu verhindern, auch die abkühlende Wirkung des feuchten Sandes zu verringern. Der Einguss setzt die Form mit einer kleinen flachen Grube in Verbindung, in welche man das Eisen mit der Kelle oder Pfanne giesst, und aus der es in die Form einfliesst. Eine beliebige Anzahl Formen werden in dieser Weise nebeneinander auf dem Herde angelegt. Werden mehrere Stücke nebeneinander und unmittelbar vom Stichloche gegossen, so leitet man vom Stichloche des Hochofens oder Umschmelzofens eine Hauptrinne in etwas geneigter Lage über den Herd hin, und lässt von dieser die Eingüsse der einzelnen Formen ausgehen. In diesem Falle muss dem Eisen der Weg zu den übrigen Formen durch quer über die Rinne in den Sand gesteckte eiserne, lehmbestrichene Schaufeln versperrt werden, bis eine Form angefüllt ist; dann erst lässt man (indem man den Einguss der eben voll gewordenen Form mit einer lehmbestrichenen Schaufel absticht) die zweite Form sich füllen, u. s. f. nach der Reihe.

In grossen Formen befördert man die Ausbreitung des Eisens durch Fortschieben desselben mit eisernen Krücken. Nach dem Gusse werden die noch glühenden Stücke mit Kohlenstaub beworfen, um Oxydation und zu schnelle Abkühlung zu vermeiden; grosse dünne Platten auch noch durch darauf gestellte Gewichte beschwert, um das Verziehen bei der Abkühlung zu hindern.

Die Hauptfälle, welche bei der Herdformerei vorkommen, lassen sich auf folgende Beispiele zurückführen:

1) Eine einfache Platte, welche nur auf einer Seite ganz glatt oder mit Verzierungen versehen sein soll. Das Modell wird, die glatte oder verzierte Seite nach unten, in den Sand eingedrückt. Die obere Fläche des Gusses fällt hierbei, weil die Form ganz offen ist, uneben aus.

2) Eine Ofenplatte, welche auf der einen Seite Verzierungen, auf der anderen Seite an zweien ihrer Ränder Nuten besitzt. Man formt die verzierte Seite nach unten ein, und bildet die Nuten auf der oberen Fläche durch Einlegen zweier mit Lehm bestrichener Eisenstäbe (Leisteisen), welche so in den Sand versenkt werden, dass das Eisen unter und neben ihnen herumfliesst.

3) Eine Platte mit einer einzigen grossen, viereckigen Öffnung (ein rahmenartiges Stück). Das Modell kann eine volle Platte (ohne Öffnung) sein; nach dem Ausheben desselben wird durch vier hölzerne Leisten in der Vertiefung der Form ein Raum abgegrenzt, den man mit Sand vollstampft. Nach dem Wegnehmen der Leisten bildet dieser Sandkörper eine Erhöhung (einen Kern), um welche das Eisen herumfliesst.

4) Eine Platte mit mehreren, nicht zu kleinen Öffnungen, ein Ofenrost oder dergleichen. Das Modell enthält die nämlichen Öffnungen, jedoch mit schrägen Wandflächen (um das Ausheben zu erleichtern); die Kerne bilden sich also durch das Einformen selbst unmittelbar. Ein Ofenrost wird natürlich stets so eingeformt, dass die schmalen Flächen seines Kranzes und seiner Stäbe nach unten gekehrt sind.

5) Eine Platte mit kleinen Löchern. Das Modell hat die Löcher nicht, sondern an der Stelle derselben vorspringende Zapfen von entsprechender Grösse, welche Vertiefungen in dem Sande erzeugen und die Stellen in der Form bezeichnen, wo die Löcher des Gusses entstehen sollen. In jene Vertiefungen setzt man Kerne von gebranntem Lehm (falls die Löcher sehr klein sein müssen: lehmbestrichene Eisenstifte) ein, weil Sandkerne von geringem Umfange dem Drucke des einströmenden flüssigen Metalles nicht widerstehen würden.

6) Eine Platte, welche auch auf der oberen Seite ganz glatt oder verziert sein soll. Man bedeckt die durch das Einformen des Modelles entstandene Vertiefung mit einer gusseisernen, lehmbestrichenen, mit Kohlenstaub geschwärzten Platte, welche entweder glatt, oder mit den gewünschten (vertieften) Verzierungen versehen ist, so dass dem Eisen hier eine bestimmte Grenze entgegengesetzt wird. (Verdeckter Herdguss.) Bei sehr grossen Formen bildet man das Verdeck aus mehreren genau zusammenpassenden Eisenplatten.

7) Durchbrochene Abdeckplatten, welche in grösserer Zahl verlangt werden, lassen sich billig, aber sehr sauber auf folgendem Wege mittels Verdeckung der Herdform einformen.

Man fertigt eine gusseiserne, nicht durchbrochene Platte in der Länge und Breite des Modells und bildet deren Gestalt durch Bearbeiten auf der Hobelmaschine sorgfältig aus. Mittels dieser Platte wird die Vertiefung im Herde erzeugt. Nunmehr legt man das hölzerne, durchbrochene Modell in diese Vertiefung, füllt die Durchbrechungen mit Sand, befestigt denselben nach Umständen mittels Stifte an die Sohle der Form und hebt das Modell aus. Ein mit

Sand ausgefüllter Formkasten, dessen untere Fläche an einer gehobelten Eisenplatte gebildet worden ist und welche in gewöhnlicher Weise mit Eingussbezw. Steigöffnungen versehen ist, dient als Decke.

8) Gussstücke, welche an einer Stelle ihrer Oberfläche sehr grosse Härte erfordern, wie Ambosse für Hammerwerke, Schuhe für Pochstempel. Man formt das Modell wie gewöhnlich ein, legt aber auf den Boden der Form, oder stellt an eine der Seitenwände eine eiserne, mit Reissblei oder Kohlenstaub geschwärzte Platte, an welcher sich das eingegossene Eisen so schnell abkühlt, dass es auf dieser Fläche grosse Härte erlangt. Auch versetzt man bei solchen Stücken den Formsand gar nicht oder wenig mit Kohlenstaub, um seine wärmeleitende Kraft zu erhöhen. Endlich zieht man sogleich nach dem Erstarren des Gusses die Eisenplatte heraus, und räumt den Sand weg, um der Luft zur vollständigen Abkühlung Zutritt zu gestatten.

b. Kastenformerei (I, 256).

Sie dient zu Gegenständen, welche auf allen Seiten eine bestimmte (nicht unregelmässige oder unsichere) Begrenzung haben müssen, ist unentbehrlich für kleine Gegenstände, wird aber auch auf grosse Stücke angewendet, wie denn überhaupt der Kastenguss die Regel und der Herdguss daneben nur eine Ausnahme bildet. Volle (sowohl runde als flache) und hohle Güsse (z. B. Gefässe, Kannonenöfen, Wasserleitungsröhren, Dampfcylinder u. s. w.) werden auf diese Weise erzeugt. Die Kästen (Formkästen, Laden), in welchen der Formsand eingeschlossen ist, sind meist offene viereckige, hölzerne oder eiserne Rahmen von einer nach den Umständen sehr verschiedenen Höhe, deren zwei oder drei aufeinander gesetzt werden (Oberkasten, Mittelkasten, Unterkasten). Manchmal ist von drei Kästen der mittlere durch einen senkrechten Schnitt in Hälften geteilt, die durch Haken und Ringe vereinigt werden. Bei den allergrössten Gegenständen wird die Unterseite in dem Herde geformt und demnach kein Unterkasten, sondern nur ein Oberkasten gebraucht (Übergang zu dem verdeckten Herdgusse, s. o. No. 7). Die Wände der Kästen werden (wenn sie von Holz sind) inwendig mit Leisten benagelt, um den Sand fester zu halten; eisernen Kästen giebt man zu gleichem Behufe vorspringende Leisten oder Zacken. Sehr breite Kästen versieht man mit eingehängten eisernen Leisten (Hängeisen, Gehänge), welche mit dem Sande umgeben werden und ihn auch in der Mitte festhalten; oder man bringt hölzerne Querstäbe 10 bis 20 *cm* voneinander entfernt an, in welche viele S-förmige eiserne Haken eingeschlagen sind, und benetzt diese Hilfsteile mit dünnem Lehmbrei, damit beim Einformen der Sand sich besser an sie hängt. Eiserne Formkästen erfordern solche Hilfsmittel nicht, sofern man sie mit Querrippen giesst, welche fast die ganze Tiefe des Kastens einnehmen, dessen Raum in lauter Abteilungen von 10 bis 12 *cm* Breite bei 30 bis 60 *cm* Länge trennen, und auf ihren Seitenflächen gekerbt sind. Manche Formkästen sind aus Stücken dergestalt zusammengesetzt, dass man durch Wegnehmen oder Einschalten solcher Teile sie nach Bedarf kleiner oder grösser machen kann. Der Formsand wird bei der Kastenformerei nicht oder nur in geringer Menge (1 Mass auf 9 bis 16 Mass Sand) mit Kohlenstaub versetzt, weil dieser die Bindekraft vermindert, und weil man des Abzuges der Dämpfe und

Gase durch die Fugen der Kästen und durch eigens angebrachte Windpfeifen sicher genug ist, daher die beim Zusatze des Kohlenstaubes beabsichtigte grössere Durchlässigkeit des Sandes entbehrlich wird. Kleine Kästen werden mit der Kelle oder der Pfanne gegossen; grössere setzt man auf den Herd oder — sind sie hoch — in die Dammgrube vor dem Ofen, und lässt das Eisen durch eine Rinne vom Stichloche aus hineinlaufen. Die Grösse der Formkästen ist jener der Modelle angemessen: es reicht hin, wenn die Sandhülle um die Form dort, wo jene am dünnsten ist, 3 bis 5 *cm* Dicke hat; was hierin zu viel gethan wird, vermehrt nur den Sandaufwand und die Arbeit. Deshalb giebt man eisernen Formkästen zu bestimmten oft vorkommenden Gegenständen eine Gestalt, welche sich nach jener des Gussstückes richtet und dasselbe in einem der Sanddicke entsprechenden Abstande allseitig umhüllt. Wo die Sandflächen zweier aufeinander stehender Kästen sich berühren, wird durch zwischengestreuten trockenen Sand (Teilsand) oder Ziegelmehl das Zusammenkleben verhindert, damit sich die Kästen ohne Beschädigung des Sandes voneinander abheben lassen. Das Formen wird über einem den Formsand enthaltenden Kasten vorgenommen, auf welchen man ein breites Brett zum Aufsetzen der Formladen gelegt hat; oder auf einem niedrigen Tische (der Formbank), auf welcher der vorrätige Sand in einem Haufen liegt und den man zweckmässig so einrichtet, dass sein Blatt auf Rollen laufend sich drehen lässt (Rolltisch); die grössten Kästen (welche oft so gewichtig sind, dass sie nur mittels des Krahnes aufgehoben werden können) müssen jedoch auf der Stelle, wo das Giessen geschieht, geformt werden. Der Sand wird in die Kästen eingesiebt oder eingeschaufelt und mit einer hölzernen oder eisernen Stampfe eingestampft, doch in den oberen Kasten etwas weniger fest, um das Entweichen der Dämpfe zu erleichtern. Zu gleichem Zwecke bildet man Windpfeifen, indem man mit einem eisernen Spiesse durch den Sand bis in die Nähe der Formhöhlung sticht. Der Einguss (das Giessloch) muss höher liegen, als der höchste Punkt der von dem Eisen auszufüllenden Höhlung; man bildet ihn durch einen eingelegten hölzernen kegel- oder keilförmigen Zapfen, rings um welchen man den Sand im Oberkasten feststampft, und den man dann herauszieht; zuweilen durch Ausschneiden des Sandes mit dem Messer. Von mehreren kleinen Gussstücken, die man oft nebeneinander in einem Kasten formt, versieht man selten jedes mit einem besonderen Eingusse, sondern man bringt gewöhnlich die einzelnen aufeinander folgenden Höhlungen durch kurze Rinnen miteinander in Verbindung, so dass eine aus der andern sich füllt, und nur die erste mit dem Giessloche unmittelbar zusammenhängt; oder man legt von dem Giessloche aus eine Hauptrinne an, welche sich nach den einzelnen Höhlungen verzweigt. Vor dem Giessen werden die Formen dünn mit Kohlenstaub, Kienruss, Kartoffelstärke — oder, wenn man eine hübsche graublaue Farbe der Güsse erzielen will, mit Kokestaub — bepudert (geschwärzt) vergl. S. 103. Den oberen Kasten belastet man in der Regel mit Gewichten (Roheisenstücken u. dgl.), damit er nicht von dem flüssigen Eisen gehoben werde.

Die in Kästen zu formenden Gegenstände sind entweder voll oder hohl, und weichen noch ferner in manchen Umständen voneinander ab; die Formverfahren ändern sich dementsprechend. Kennzeichnende Beispiele sind folgende:

aa. Volle Gegenstände.

1) Solche, die auf einer Seite ganz flach oder wenig vertieft sind. Zweiteiliger Kasten. Man legt das Modell mit der flachen (oder vertieften) Seite auf ein Formbrett, setzt den einen Kasten darüber, füllt ihn mit Sand, kehrt den Kasten mittels des Brettes um, setzt den zweiten Kasten auf und stampft ihn ebenfalls voll Sand. Das Modell, welches hiernach ganz in dem einen Kasten versenkt und von dem andern nur bedeckt ist, lässt sich, wenn man die Kästen auseinander nimmt, leicht entfernen.

Viele Gegenstände, z. B. Leuchterfüsse, werden auf der unteren oder hinteren Seite hohl oder vertieft gemacht. Das erste Modell, welches aus Holz, aus Wachs oder Gips gemacht wird, sogleich hohl arbeiten zu lassen, wäre zu weitläufig, zu schwierig, oder der Haltbarkeit wegen nicht zulässig. Daher wendet man wohl ein Verfahren an, wodurch nach einem (auf der unrechten Seite flachen) hölzernen Modelle entweder unmittelbar ein hohler Guss oder ein hohles zinnernes (auch zinkenes) Modell zum weiteren Abformen gegossen werden kann. Man bedarf dazu einer Flasche mit einem Unterteile (*A*) und zwei ganz gleichen Oberteilen (*B*, *C*). Zuerst formt man mit Unterteil (*A*) und Oberteil (*B*) das volle Modell wie gewöhnlich ein; dann ebenso zum zweitenmal mit Unterteil (*A*) und Oberteil (*C*), (wobei das Modell seine Lage in *A* unverrückt behalten hat). Man hat nun zwei gleiche vertiefte Abdrücke von der rechten (erhabenen) Seite des Modells (in *B* und *C*). Auf das eine der Oberteile (*C*) setzt man nun das wieder geleerte Unterteil (*A*), und füllt es mit Sand, wodurch ein der rechten Modellseite gleicher, erhabener Sandabdruck entsteht. Diesen setzt man zum Gusse mit dem ersten vertieften Oberteile (*B*) zusammen; jedoch so, dass man zwischen die Sandflächen beider eine nach dem Umrisse des Modelles durchbrochen ausgeschnittene Pappe oder gleichmässig ausgewalzte Thonplatte legt, deren Dicke den hohen und den vertieften Abdruck voneinander entfernt hält und einen Raum bildet, der mit Metall ausgegossen wird. Das zweite Oberteil (*C*) wird nicht weiter gebraucht, und ist auch bei dem Ausheben des darin geformten Unterteiles beschädigt worden. — Ein etwas abgeändertes Verfahren besteht darin, dass man, wie angegeben, Sand in Sand formt, das hierdurch gewonnene Sandbild aber um so viel beschabt oder abkratzt, als die gewünschte Metallstärke des hohlen Abgusses betragen soll, und dann die zwei Flaschenteile *A*, *B* ohne Zwischenlage zusammensetzt. Nach einem dritten Verfahren formt man zuerst die obere Seite des Modelles in Sand ab, kleidet die entstandene Vertiefung mit einer dünnen Thonplatte sorgfältig aus, setzt den andern Teil der Flasche darauf und füllt ihn mit Sand; nach Entfernung des Thons kann zwischen beiden Sandteilen gegossen werden.

2) Gegenstände, welche auf keiner Seite flach sind; z. B. eine Kugel, eine Walze u. s. w. Das Modell ist gewöhnlich in der Mitte zerschnitten, also zweiteilig; der Kasten, wie vorher, ebenfalls zweiteilig. Man legt die Hälfte des Modelles mit der Schnittfläche auf das Formbrett; formt es, wie bei 1) angegeben, ein, kehrt den Kasten um, legt auf die eingeformte Hälfte des Modelles die andere Hälfte genau passend auf (wobei durch Stifte, Dübbel das Verschieben verhindert wird), setzt den zweiten Kasten auf den ersten, und füllt jenen gleichfalls mit Sand. Hier ist also das Modell in jedem Kasten zur Hälfte versenkt. — Ist das Modell nicht geteilt, so wird zuweilen ein ausgehöhltes Formbrett verwendet, in welches das Modell bis zu seiner grössten Dicke versenkt wird. Man drückt auch wohl das Modell bis auf die zutreffende Tiefe in den Sand eines der Kasten, und stampft, nachdem der zweite Kasten aufgesetzt ist, den Rest der Form auf. — Gewöhnlich kann in dem zuerst geformten Unterteile der Flasche der Sand nicht so fest als nötig zusammengedrückt werden. Man pflegt daher, wenn der Oberteil darauf gesetzt und fest

geformt ist (wobei man freie Hand hat, da man auf der Aussenseite der Sandmasse arbeitet), die ganze Form umzustürzen, den nun oben befindlichen Unterteil der Flasche abzuheben, zu leeren, neuerdings zu füllen und endlich den Sand darin durch Bearbeiten von aussen gehörig zu verdichten. Das erstmalige Füllen des Unterteiles hat hier nur dazu gedient, dem Modelle vorläufig eine Unterlage beim Formen des Oberteiles zu gewähren.

3) Eine flachgängige Schraubenspindel kann nach dem unter 2) angegebenen Verfahren nicht wohl geformt werden, weil das Modell beim Ausheben (vermöge der zu beiden Seiten in entgegengesetzter Richtung sich abbeugenden Schraubengänge) Teile des Sandes mit wegnimmt. Der Übelstand wird vermieden, wenn man den Formkasten so einrichtet, dass ohne Auseinandernehmen desselben das Schraubenmodell durch schraubende Bewegung in seiner Längenrichtung herausgeschafft werden kann. Vor die hierzu dienliche Öffnung wird sodann ein dritter Formkasten angesetzt, in welchem der Kopf der Schraubenspindel eingeformt ist.[1])

4) Durchbrochene Stücke (Gitterwerk u. dgl.) werden a. wenn sie dick sind, mit einem zweiteiligen Modelle wie 2) geformt, nur dass in den Öffnungen des Modelles von selbst Sandkerne stehen bleiben. b. Sind sie dünn, so kann das Modell unzerschnitten sein. Man füllt in diesem Falle den Unterkasten mit Sand, drückt das Modell bis zur halben Dicke oder überhaupt bis zum grössten Durchmesser ein, und formt über die noch herausragende Hälfte den Oberkasten.

5) Ein Zahnrad, als anderes Beispiel eines durchbrochenen Stückes. Das Modell ist im ganzen gearbeitet und wird entweder wie 4) in jeden Formkasten zur Hälfte versenkt, wo dann die Fuge der Giessform (und also die durch Austreten des Eisens entstehende Gussnaht) mitten über die Zähne läuft; oder man senkt das Modell ganz und gar in den Unterkasten ein, und lässt den Sand des Oberkastens nur als Decke dienen. Kegelräder müssen durchaus auf diese Weise geformt werden, welche überhaupt die zweckmässigere und gewöhnliche ist, aber bei gerippten Speichen eine kleine Abänderung in der Art erleiden muss, dass wenigstens die oberen Rippen der Speichen im Oberkasten vertieft erscheinen.

Das Einformen glattrandiger Räder (z.B. Schwungräder, Riemenrollen u.s.w.) stimmt mit jenem der Zahnräder überein; es müssen solche Räder, sofern an ihnen der Querschnitt des Kranzes nicht rechteckig, sondern kreisförmig oder elliptisch ist, jedenfalls mit der halben Dicke in den Sand des Oberkastens eingesenkt werden, weil anders das Ausheben des Modelles nicht angehen würde. — Bei Rädern aller Art von einiger Grösse ist eine wichtige praktische Beobachtung zu machen. Giebt man nämlich denselben gerade Speichen (Arme), so trifft es nicht selten, dass beim Abkühlen des Gusses eine der Speichen abreisst, weil die Speichen als der dünnste Teil am schnellsten erkalten, und der dickere, daher länger heiss bleibende Kranz nicht in entsprechendem Masse der eintretenden Zusammenziehung Folge leistet. Das wirksamste und gebräuchlichste Vorbeugungsmittel gegen ein solches Missglücken besteht darin, dass man die Speichen krumm macht, in welchem Falle sie sich frei zusammenziehen (und dabei etwas mehr gerade strecken) können, wenn auch der Kranz nicht gleichzeitig sich verkleinert. Es ist ferner bei grossen Schwungrädern zweckmässig, die ringförmige Formvertiefung für den Kranz oder die Nabe an einer Stelle durch einen eingepassten schmalen Sandkern zu unterbrechen; der Kranz zieht sich alsdann beim Erkalten freier zusammen, ohne in eine für die Haltbarkeit gefährliche Spannung zu geraten, die Spalte wird aber später in geeigneter Weise geschlossen.

Wenn, wie bei gewissen Arten der Eisenbahnwagenräder, bei Hammerköpfen, Blechwalzen u. s. w. Gusseisen um Schmiedeisenbestandteile zu fester Vereinigung herumgegossen werden muss, ist es vorteilhaft, das

---

[1]) D. p. J. 1844, 92, 429.

Schmiedeisen vor dem Einlegen in die Sandform zu **verzinnen** (am besten mit einer Mischung von 19 Zinn und 1 Kupfer), weil alsdann der Guss besser anhaftet.

6) **Stücke, deren wagerechte Abmessungen** — in bezug auf die Lage im Formkasten während des Einformens — **über und unter einer Stelle grösser sind als an dieser Stelle**, so dass sie sich im zweiteiligen Kasten geformt überhaupt nicht aus dem Sande heben lassen. Ein Beispiel, welches hierher gehört, bildet eine **Rolle** mit Schnurlauf, d. h. mit rinnenartig ausgehöhltem Umkreise. Das Modell ist in der Mitte (wo der Schnurlauf den kleinsten Durchmesser hat) gleichlaufend zu beiden Flächen der Rolle zerschnitten. Da die Rolle in ihrem Mittelpunkte ein Loch für die Achse besitzen soll, so hat auch das Modell dieses Loch, in welches ein hölzerner Zapfen so eingeschoben wird, dass er oben und unten (das Modell liegend gedacht) hervorragt. Es besteht also das Modell überhaupt aus drei Teilen. Man bedarf hier (als seltene Ausnahme) zum Einformen und Giessen eines **dreiteiligen** (aus drei aufeinander gesetzten Rahmen bestehenden) Formkastens, dessen Mittelteil eben so hoch sein muss, als die Rolle dick ist. Man füllt den Unterkasten mit Sand; legt darauf das Modell; setzt den Mittelkasten auf und stopft ihn ebenfalls mit Sand voll, der auch die Rinne auf dem Umkreise ganz ausfüllen muss; setzt endlich den Oberteil darauf und giebt wieder Sand hinein. So ist das Modell ganz im Mittelteile eingeschlossen, und nur die Enden des Zapfens haben im Sande des Unter- und Oberteiles Vertiefungen gebildet. Hebt man den Mittelteil allein heraus, so lässt sich aus diesem die eine Hälfte des Modelles von oben, die andere Hälfte von unten abziehen. Um das Loch der Rolle zu bilden, stellt man in die Form einen von Lehm gebildeten und gebrannten **Kern**, welcher an Gestalt und Grösse mit dem Zapfen des Modelles übereinstimmt, dessen Enden demnach von den Vertiefungen im Sande des Ober- und Unterteils aufgenommen werden. Die Gussrinne führt nach dem einen Rande der Rolle; an beiden Rändern legt man, damit sie sich gut mit Metall ausfüllen, kleine Ausgangskanäle für die Luft (Windpfeifen) an. — Möglich, aber schwieriger ist es, die Rolle, mit dem nämlichen zerschnittenen Modelle, in einer gewöhnlichen zweiteiligen Flasche zu formen, indem man aus Sand einen ringförmigen **Kern** (Ballen) bildet, der die Rolle rund umgiebt, die Nute oder Rinne am Umkreise ausfüllt, und mit seiner Dicke halb in dem einen, halb in dem andern Flaschenteile versenkt ist. Das Wesentliche des Verfahrens ergiebt sich nach diesen Andeutungen durch einiges Nachdenken von selbst, wobei nur zu beobachten ist, dass der Sandkern wegen seiner Gebrechlichkeit nicht frei gehandhabt werden kann, folglich bei jedem Aufheben in einem der Flaschenteile liegen oder mit einem geeigneten Kerngerüst versehen sein muss.

7) **Unregelmässige Gestalten, welche sich nicht ausheben lassen, ohne Teile des Sandes wegzureissen**; z. B. eine menschliche Figur, an welcher die Vertiefungen des Gesichtes, des Haarwurfes, der Gewandfalten solche Stellen sind, wo der Sand beim Ausheben wegbricht. Im ganzen würde sich eine solche Figur oft überhaupt gar nicht einformen lassen; man giesst sie daher gewöhnlich stückweise, z. B. das eine aufgehobene Bein und die ausgestreckten Arme als drei besondere Stücke, welche nachher an dem Körper befestigt werden. Für das Modell (an welchem auch der Kopf und das eine Bein sich befindet) muss zuerst diejenige Lage gesucht werden, bei welcher die wenigsten Teile der Form durch das Ausheben zerstört werden. Man formt es in dieser Lage wie einen gewöhnlichen runden Gegenstand ein, d. h. zur Hälfte in dem Oberteile, zur Hälfte in dem Unterteile der Flasche. Dann hebt man das Modell aus, bläst den losgebrochenen Sand ab, legt das Modell wieder in die Form, und drückt an dasselbe dort, wo Lücken entstanden sind (die man noch etwas weiter ausschneidet), kleine Lehmstücke (**Kerne, Keilstücke, falsche Teile**), welche mit ihrer Verlängerung in dem Sande festliegen. Diese Kerne (welche auch auf gleiche Weise aus fettem Sande und von vornherein gebildet werden können) nimmt man sodann heraus (worauf das Modell ohne weitern Schaden für die Form weggenommen werden kann), trocknet und brennt sie, und legt sie vor dem Gusse wieder an ihre Stelle in die Form. Man füllt auch die be-

treffenden Vertiefungen des Modelles **vor** dem Einformen mit fettem Sande, drückt denselben so fest als möglich hinein, formt alsdann das Modell **samt** den daranliegenden Kernen in die Flasche ein. Vor dem Gusse werden die Kerne mittels eiserner flachköpfiger dünner (4 bis 8 *cm* langer) Drahtstifte und dicken Stärkekleisters in dem Sande der Flasche befestigt. Auf dem Gussstücke erkennt man die Umrisse der Kerne oder Hilfsstücke jedenfalls durch die in sich selbst zurückkehrenden Gussnähte, zu welchen sie Veranlassung geben. Etwas grössere Figuren werden **hohl** gegossen, und erfordern dann einen Kern, der ebenso verfertigt und angebracht wird, wie bei andern hohlen Gegenständen (s. unten). — Bei dreieckigen Gegenständen, z. B. einem verzierten dreieckigen **Leuchter-** oder **Lampenfusse**, kann man sich durch Anwendung einer dreieckigen, aus drei Teilen zusammengesetzten Formflasche helfen, und so die Keilstücke ganz oder grösstenteils ersparen.

8) **Sehr kleine Gussstücke** werden zu mehreren mit einem Male eingeformt. So kommen z. B. gegossene **Schuhzwecken** vor, zu welchen das Modell aus einem geraden Stäbchen für die Hauptgussrinne, mehreren anderen rechts und links rechtwinklig davon ausgehenden Stäbchen für die Zweigrinnen, und vielen an letzteren — wieder rechtwinklig und zu beiden Seiten — mit den Köpfen sitzenden Zwecken besteht, sodass das Ganze nach Art mehrerer vereinigter doppelter Rechen aussieht. Zum Formen dient ein zweiteiliger niedriger Kasten, wie bei 4, b. Die Rinne, welche das Stäbchen im Sande erzeugt hat, und an deren Ende eingegossen wird, leitet das Eisen nach den einzelnen Zwecken hin. — Kleine **Schrauben** (**Holzschrauben**) werden nach Modellen gegossen, welche man rechtwinklig gegen die Sandoberfläche in den Sand des Unterkastens einschraubt und ebenfalls durch schraubende Bewegung wieder herausschafft. Der Sand im Oberkasten bekommt nur die kleinen erhöhten Rippen, welche auf den Köpfen der Schrauben die Spalte oder Einschnitte zum Einsetzen des Schraubenziehers aussparen. Man hat Maschinen erfunden, mittels welcher viele Schraubenmodelle auf einmal in den Sand ein- und wieder herausgeschraubt werden.[1])

Übrigens ist für das Formen kleiner, zahlreicher Teile die Maschinenformerei (s. w. u.) sehr geeignet.

bb. Hohle Gegenstände (Kernguss).

Gegenstände werden hohl gegossen entweder der Leichtigkeit und Metallersparnis halber, oder weil der Zweck eine Höhlung nötig macht. In fast jedem Falle erfordert ein hohler Gegenstand einen **Kern**, der von sehr fettem Sande oder, grösserer Haltbarkeit wegen, von Lehm gebildet, getrocknet und dann im Feuer erhitzt (gebrannt) wird, um alle Feuchtigkeit zu verlieren und Festigkeit zu erlangen. Zur Verstärkung der Kerne bringt man im Innern derselben gerade oder verschiedentlich gebogene eiserne Drähte, Stäbchen, Blechstreifen u. s. w. an. Die Verfertigung der Kerne geschieht entweder (wenn sie von ganz einfacher Gestalt sind) aus freier Hand, oder durch Einkneten des Lehms in die Höhlung des Modelles, oder in besonderen zweiteiligen Formen von Holz, Gips, gegossenem Zink oder Messing (**Kerndrücker**, **Kernkasten**); wenn sie gross und rund sind und aus Lehm bestehen, durch Abdrehen mit einer Lehre in der Drehlade (S. 118). Das Modell bedarf nur dann der für das Gussstück vorgeschriebenen Höhlung, wenn es auch zur Bildung des Kernes dienen soll; in allen andern Fällen ist es voll und hat bloss die äussere Gestalt des Gussstückes. Der Kern erfordert eine Unterstützung

[1]) D. p. J. 1847, **105**, 249.

im Sande der Form, damit er seine Stelle behauptet und ringsum den gehörigen Raum leer lässt. Man erreicht diesen Zweck, indem man dem Kerne eine oder mehrere Verlängerungen giebt, die im Sande ausserhalb der Formhöhlung aufruhen. Diese Verlängerungen, sowie die Vertiefungen im Sande, worin sie liegen, werden Lager, Kernlager genannt. Das Modell, mit dem die äussere Gestalt eingeformt wird, muss (vorausgesetzt, dass man nicht den Kern selbst, mit dem Modelle zugleich, einformt) den Kernlagern gleich gestaltete Ansätze (Kernmarken) haben, welche die Vertiefungen im Sande vorbereiten, wohinein man nachher den Kern legt. Der Kern muss oft an dem Lager mit einem Zeichen (z. B. mit einer Kerbe) versehen werden, welches sich im Sande abdrückt, damit die richtige Lage des Kernes in der Form leicht wiedergefunden werden kann. Häufig müssen die Kerne aus dem Gusse zerbröckelt herausgestochen werden, besonders wenn die Höhlung im Innern weiter ist, als an der Mündung; damit in solchen Fällen auch das eiserne Kerngerippe leicht entfernt werden kann, versieht man die Teile desselben mit mehreren eingefeilten Kerben oder Sägeneinschnitten, wodurch es am Schlusse bequem in Stücke sich zerbrechen lässt.

9) Ein Mörser giebt Gelegenheit, das Verfahren für alle ähnlich gestalteten nur an einem Ende offenen Gegenstände, deren Kern durch ein Lager allein schon hinlängliche Unterstützung erhält, zu beschreiben. Das Modell hierzu ist am besten von Metall, recht glatt aus- und abgedreht. Man bildet in der Höhlung desselben den Kern, den man ausserhalb aus freier Hand mit einem hinreichend schweren Lager versieht. Der Kern wird gebrannt, wieder in das Modell eingeschoben und samt diesem, wie ein einziges Stück (nach Beispiel 2, S. 107) in der zweiteiligen Flasche geformt, worauf man beide miteinander aushebt, das Modell beseitigt, den Kern aber wieder einlegt und die Flasche schliesst. Es versteht sich von selbst, dass der Mörser beim Formen so gelegt werden muss, dass die Scheidungsfläche der Form mitten über die Henkel oder Griffe hinläuft, diese also zur Hälfte in dem Oberteile, zur Hälfte in dem Unterteile der Flasche eingesenkt sind.

Dass das (S. 113 beschriebene) Verfahren, unter Anwendung gehörig hoher Formflaschen, Gefässe stehend zu giessen, auch hier brauchbar ist, versteht sich von selbst. Ist der Kern verhältnismässig lang, so dass er durch das Lager allein nicht befähigt werden kann, den Auftrieb des flüssigen Eisens zu widerstehen, so muss man sogenannte Kernsteifen zu seiner Stützung anwenden; oft sind solche Kernsteifen schon nötig, um das Einlegen des Kernes zu ermöglichen.

Gegenstände, deren Höhlung mit mehr als einer Öffnung ins Freie münden, machen im allgemeinen weniger Schwierigkeiten hinsichtlich der Stützung des Kernes.

10) Eine Röhre, als Beispiel eines Stückes, bei welchem die Höhlung ganz hindurchgeht und also zwei Mündungen darbietet. — Es ist das (zinnerne, messingene oder eiserne) Modell eine in ihrer Achse durchschnittene Röhre, in welcher man aus hineingestopftem fetten Sande (rund um eine Eisenstange als Festigkeit gebende Achse) den Kern bildet, so dass derselbe an beiden Enden etwas hervorragt. Modell und Kern zusammen formt man in einen zweiteiligen Formkasten (in jeden Kasten zur Hälfte) ein; das Modell wird dann beseitigt, der Kern aber scharf getrocknet und wieder in die Form gebracht, wo er mit beiden Enden in dem Sande aufliegt, und nur den röhrenförmigen Raum um sich leer lässt, den vorher das Modell eingenommen hat. — Nach einer zweiten Verfahrungsart ist das Modell ein voller, in der Achse zerschnittener (also zweiteiliger) Körper von den äusseren Abmessungen der zu erzeugenden Röhre, und

wird in einem zweiteiligen Kasten nach der unter 2) gegebenen Anweisung eingeformt. Den Kern bildet man (als eine Walze von dem innern Durchmesser der Röhre, aber etwas länger als diese) in diesem Falle entweder aus einer durchlöcherten und mit Stacheln versehenen eisenblechernen, mit Lehm umkleideten Röhre, oder aus einer Eisenstange, die mit Strohseilen gleichmässig bewickelt und mit Lehm (den man auf der Drehlade, S. 118, abdreht) überzogen wird, auch wohl aus einer eisernen Spindel, die man in einer zweiteiligen Form (Kernkasten) mit fettem oder magerem Sande fest umhüllt. Es giebt auch eine Einrichtung des eisernen, mit Lehm zu überziehenden Kernes, wodurch derselbe nach dem Gusse verkleinert (dünner gemacht) werden kann, um ihn leichter aus der gegossenen Röhre zu ziehen.[1])

Ein drittes Verfahren besteht in Anwendung eines ungeteilten gusseisernen Modelles, welches in wagerechter Lage zur Hälfte in eine durchbrochene metallene Formplatte eingesenkt wird und so zur Herrichtung der beiden nacheinander aufzusetzenden Formkastenhälften dient. Ein solches Modell kann auch so benutzt werden, dass — bei senkrechter Stellung desselben und des geschlossenen zweiteiligen Formkastens — der Sand aus freier Hand oder mittels einer mechanischen Vorrichtung eingepresst wird.[2]) Endlich können Röhren auch ohne vollständiges Modell, bloss mit Hilfe einer Lehre oder mittels eines kurzen, in dem stehenden Formkasten von unten nach oben fortschreitenden Modellstückes[3]) geformt werden; ja man geht noch weiter, formt den Kasten ganz mit Sand voll und bohrt die trommelförmige Höhlung aus, in welche nachher der Kern eingebracht wird. — Die (eisernen) Röhren-Formkasten sind überhaupt, zur Ersparung von Sand, meist selbst röhrenähnlich; Länge und Gestalt der Röhren erfordern öfters, sie aus einer grösseren Anzahl Teilen zusammenzusetzen. Sie werden zum Gusse teils senkrecht oder unter 45 Grad geneigt aufgestellt, teils wagerecht hingelegt; der Einguss befindet sich am Ende; bei langen liegenden Formen bringt man wohl mehrere in geeigneten Abständen verteilte Einflussöffnungen an.

Ein Dampfcylinder für eine Dampfmaschine wird — da er seiner Hauptgestalt nach als weites Rohr erscheint — nach der oben angegebenen zweiten Verfahrungsart geformt; es sind aber nebst dem grossen walzenförmigen Kerne, welcher die Höhlung bilden muss, noch kleinere und anders gestaltete Kerne für die Dampfwege nötig, und diese werden in hölzernen Kernkasten aus Lehm oder fettem Sande über eiserner Grundlage verfertigt.

Mässig lange und überhaupt nicht zu grosse rohrförmige Stücke mit durch ihre ganze Länge gleichbleibender (kreisrunder, ovaler, eckiger) Querschnittsgestalt können ohne Modell, ausschliesslich mittels Lehren, auf folgende Weise geformt werden. Die Lehren sind Brettchen, deren Kante nach dem Querschnitt des Gussstückes gestaltet ist, und man bedarf deren vier: A mit vorspringender halber äusserer Querschnittsgestalt des Gusses; B mit derselben Gestalt als Ausschnitt; C mit einer dem inneren Querschnitt gleichen Hervorragung; D mit ebenso gestalteter Höhlung. Von den zwei zusammengehörigen Formkästen wird der eine mit Sand gefüllt; hierin schabt man mittels Schablone A, welche auf zwei gleichlaufenden Führungsleisten nach der Länge des Kastens fortgeschoben wird, eine Rinne aus, gleich der halben äusseren Gestalt des anzufertigenden Stückes. Nach Aufstreuung von Kohlenstaub giebt man ferner Sand hinein und gebraucht nun Lehre C in angegebener Weise, wodurch eine Sandauskleidung von der Dicke entsteht, wie die Wandstärke des Gusses fordert. In die jetzt vorhandene Vertiefung drückt man Sand zur Bildung des Kernes ein, der durch eingeschlossene Eisen gehörig verstärkt wird. Die Lehre D dient zur Vollendung des Kernes, wonach man diesen wieder mit Sand bekleidet, der mittels B seine richtige Gestalt erhält. Es liegt nun in dem Form-

[1]) Polyt. Centralbl. 1861, S. 703; 1864, S. 437; 1872, S. 849 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1847, **104**, 245 m. Abb.; 1882, **246**, 49.
[3]) D. p. J. 1855, **137**, 19; 1856, **140**, 272 m. Abb.

kasten der fertige, von einem Sandmodelle umschlossene Kern; endlich setzt man den zweiten Kasten auf und füllt ihn gehörig mit Sand. Wie beim folgenden Auseinandernehmen das Sandmodell zu beseitigen und zum Gusse der entblösste Kern allein zwischen die beiden Formkästen wieder einzulegen ist, ergiebt sich von selbst. Das Verfahren ist einfach, erfordert aber einen sehr gewandten Former.

11) Ein Topf. — Gegenstände, deren Höhlung nur eine einzige Mündung hat, also eine Unterstützung des Kernes an zwei Punkten nicht gestattet (9, S. 111), müssen, wenn sie von einiger Grösse sind, stets stehend gegossen werden, weil liegend der Kern durch sein Gewicht sich senken oder brechen würde. Ist die Masse des Kernes gross, und sein Fuss breit genug, um ihn zu tragen, so formt man umgestürzt (die Mündung des Modelles nach unten) und befestigt nötigenfalls den Kern durch in denselben gesteckte Eisenstäbchen; kleinere Kerne dagegen, an welchen die Enge der Öffnung im Gussstücke nur einen schwachen Hals zur Verbindung mit der übrigen Form gestattet, werden hängend angebracht. Beispiele der ersten Art sind alle Töpfe, Pfannen, Kessel u. s. w.; der zweite Fall kommt bei hohlen Kugeln (Granaten, Bomben) vor. Das Giessloch befindet sich gewöhnlich bei Gefässen oben, mitten über dem Boden. Fürchtet man jedoch, dass das hier einstürzende Eisen den Kern beschädigen oder verrücken könnte, so lässt man ausserhalb der Formhöhlung durch den Sand einen röhrenartigen Kanal hinabgehen, der unten in die Form mündet. Das Eisen steigt dann im Innern der Form von unten auf, und schont nicht nur den Kern, sondern treibt auch die Luft vollständig vor sich her nach ein paar Windpfeifen, die man oben angebracht hat. Man nennt dieses Verfahren das Giessen mit dem Steigrohre oder steigendes Giessen (I, 281). — Die Topfgiesserei (Potterie) hat wieder mit Gefässen von wesentlich verschiedener Art zu thun, worüber hier kennzeichnende Beispiele angeführt werden sollen. Der einfachste Fall, den wir zunächst betrachten, besteht darin, dass das Gefäss (Topf oder Kasserole) sowohl innen als aussen gegen den Boden hin sich verjüngt, d. h. in der Tiefe nirgends weder einen innern noch einen äussern Durchmesser hat, der grösser wäre als der innere oder äussere Durchmesser an der Mündung oder an einer der Mündung näher liegenden Stelle. Für diesen Fall ist ein zweiteiliger Kasten und ein aus dem Ganzen gearbeitetes Modell genügend. Der Unterkasten dient nur zur Stütze des Kernes, und bedarf daher keiner grossen Höhe; der Oberkasten aber muss höher sein als das Modell. Man fängt damit an, dass man das Modell innerhalb des Oberkastens umgestürzt auf eine glatte Fläche setzt, den Kasten mit Sand vollstampft, also das Modell äusserlich ganz einhüllt, und zugleich die Öffnung zum Eingiessen mitten über dem Boden des Modelles (auf welchen zu diesem Behufe ein keilförmiges Eingussmodell gestellt wird) ausspart. Dann wird der Kasten umgekehrt, der Unterkasten aufgesetzt und sowohl dieser als die Höhlung des Modelles (um den Kern zu bilden) mit Sand vollgestopft. — Sollen Henkel an den Topf gegossen werden, so formt man über hölzerne oder metallene Modelle in Lehm oder fettem Sande zweiteilige Teilformen, brennt diese und setzt sie beim Einformen auf der gehörigen Stelle an das Modell, wo sie ganz von Sand umgeben werden. Bei gewissen einfachen Gestalten der Henkel können die Modelle zu den letzteren gleich an dem Topfmodelle angebracht, in den Sand mit eingeformt und dann durch das Innere des Topfes herausgezogen werden, bevor man diesen mit Sand füllt (I, 260). Ein gleiches Verfahren kann rücksichtlich anzugiessender Beine und Stiele stattfinden. Beine werden aber oft auch dadurch geformt, dass man auf dem Boden des Topfmodelles, wenn man mit dem Einstampfen des Sandes bis dahin gelangt ist, die Beinmodelle aufsetzt, und sie mit dem Sande, der ferner noch aufgegeben wird, umhüllt. Bleiben die durch das Herausziehen dieser Modelle entstehenden Höhlungen oben offen, so dienen sie zugleich als Windpfeifen. — Grössere Gefässe, als: Kessel u. s. w. formt man ohne Unterkasten, indem man den Oberkasten (der hier der einzige ist) auf eine geebnete Lehmsohle stellt. Dann muss aber der Boden des Modelles ein Loch besitzen, durch welches man den Sand zur Bildung des Kernes von oben einstopft.

Gefässförmige hohle Stücke mit durchbrochenen Verzierungen pflegt man über Modellen zu formen, deren Aussenseite den beabsichtigten Öffnungen entsprechende Vertiefungen enthält; der Kern, welcher mittels eines besonderen Kerndrückers herzustellen ist, berührt an den betreffenden Stellen den Sand des Formkastens.

12) Ein Gefäss, welches in der Höhlung nach dem Boden zu sich verjüngt, äusserlich aber seinen kleinsten Durchmesser nicht am Boden, sondern an irgend einer Stelle zwischen Boden und Mündung hat; z. B. ein Mörser, mit vorspringendem gesimsartigen Rande am Fusse. — Das Modell ist zweiteilig, nämlich rechtwinklig gegen die Achse an jener Stelle zerschnitten, welche den kleinsten äussern Durchmesser hat, und dadurch in einen Hauptkörper und ein Bodenstück getrennt. Der Formkasten dreiteilig: der Unterkasten und der Oberkasten von geringer Höhe; der Mittelkasten genau so hoch, wie das Mörsermodell samt seinem Bodenstücke. Auf dem Sande des Unterkastens ruht der Kern; der Oberkasten enthält in der Mitte das Giessloch und nötigenfalls Windpfeifen. In dem Mittelkasten befindet sich nach dem Einformen das Modell ganz eingeschlossen, von welchem sich der Hauptkörper nach unten, das Bodenstück nach oben herausziehen lässt. Das Einformen wird wie bei 11) verrichtet; nur dass man, nach Anfüllung des zweiten oder mittleren Kastens, noch den Oberkasten aufsetzen und mit Sand vollstampfen muss, und dass der Kern bequemer, ohne Umkehrung des Mittelkastens, durch Ausstopfung des Modelles von oben, nachdem man das Bodenstück abgenommen, gebildet wird.

13) Ein Bauchtopf, der sowohl innerlich als äusserlich in der Tiefe von grösserem Durchmesser, als an der Öffnung, ist. Das Modell ist dreiteilig, und zerfällt zunächst in ein Bodenstück und einen Hauptkörper (wie bei 12); der Schnitt, welcher beide trennt, ist an der Stelle des grössten Durchmessers, oder auch näher gegen den Boden hin, rechtwinklig auf die Achse gelegt; der Hauptkörper ist durch einen zweiten Schnitt, in der Richtung der Achse selbst, in zwei gleiche, symmetrische Hälften geteilt. Der Kasten ist vierteilig: ein Unterkasten, der den Kern trägt; ein Oberkasten, in dessen Sandfüllung das Bodenstück versenkt wird; ein Mittelkasten, genau so hoch, wie der Hauptkörper des Modelles (ohne das Bodenstück), und durch einen senkrechten Schnitt in seiner Mitte geteilt, so dass eine rechte uud linke Hälfte entsteht. Das Einformen wird im wesentlichen wie in dem vorhergehenden Beispiele verrichtet. Um aber das Modell heraus zu bringen, hebt man zuerst den Oberkasten ab und entfernt das Bodenstück, zieht dann die Hälften des Mittelkastens seitwärts von dem Modelle weg und entfernt endlich auf gleiche Weise die Hälften des Hauptkörpers des Modelles von dem Kerne. Die Wiederzusammensetzung der Kästen zum Gusse erklärt sich von selbst. — Das Formen der Bauchtöpfe lässt übrigens Verschiedenheiten zu, welche teils auf Erleichterung der Arbeit mit einem zweiteiligen Modelle abzielen, teils auf Anwendung von Lehren (S. 102) beruhen. — Der unter 2 (S. 107) erwähnte Kunstgriff, das Modell in der fertigen Form um seine Achse zu drehen, damit es die Sandflächen glättet und sich schliesslich beim Ausheben leichter ablöst, ist auch bei der Topfformerei mit Nutzen anwendbar. Verwandt ist das Formen eines Presscylinders zur Wasserdruck-Presse.[1])

14) Eine Granate oder Bombe wird in einem zweiteiligen Kasten gegossen. Das Modell ist eine volle, in der Mitte durchschnittene Kugel, welche so, wie unter 2) beschrieben ist, eingeformt wird. Den kugelförmigen Kern bildet man aus fettem Sande in einer zweiteiligen metallenen Form (dem Kernkasten), trocknet ihn scharf und hängt ihn an einer senkrechten Kernstange in die Höhlung der Form. Die Kernstange ist eine Röhre von Blech, durch welche dort, wo sie in dem Kerne steckt, einige Holzspäne quer durchgeschoben sind, um den Kern zu befestigen. Übrigens ist die Röhre auch an mehreren

[1]) D. p. J. 1854, **131**, 208 m. Abb.

Stellen durchbrochen, um beim Trocknen des Kernes der Feuchtigkeit aus dem Innern Abzug zu gestatten. — Abänderungen des Verfahrens kommen auch hier vor, namentlich unter Beihilfe mechanischer Einrichtungen. Man hat wohl als Kern eine dünne eiserne (aus zwei oder mehreren Stücken bestehende) Hohlkugel angewendet, welche in dem Gusse sitzen blieb.

15) Laufrad einer Henschel-Jonval-Turbine mit gusseisernen Schaufeln. In eine auf der Herdsohle oder in einem Unterkasten geformte ringförmige Vertiefung werden die mittels besonderen Kernkastens hergestellten (den einzelnen Zellen entsprechenden) Kerne ringsum eingesetzt, worauf man mittels eines scheibenförmigen Radmodelles und des Oberkastens die Form vollendet. Die langgestreckten Kerne erhalten zu grösserer Festigkeit im Innern gitterförmige (gegossene) Kerneisen, welche vor dem Einformen mit Lehmwasser bestrichen werden.[1])

Statt der Herstellung der Kerne im Kernkasten bildet man auch wohl aus Lehm einen Ring, dessen Querschnitt demjenigen der Kanäle entspricht und zerlegt denselben mittels einer Schweifsäge in die einzelnen Kerne.[2])

Soll ein gegossenes Stück teilweise eine sehr harte Oberfläche bekommen, so wird ein entsprechend gestaltetes Stück Gusseisen in die Form gelegt, an welchem das flüssige Eisen sich abschreckt (vergl. S. 9). So giesst man Räder für Eisenbahnwagen (S. 120) auf dem äusseren Umkreise hart, durch Anwendung eines eisernen Ringes[3]); Radnaben und Achsenbüchsen mit harter Innenfläche durch Gebrauch eines eisernen Kernes u. s. w. Bei Anfertigung der erwähnten Räder ist wohl auch der sogenannte Schleuderguss zu Hilfe genommen worden, indem man die Form während des im Mittelpunkte stattfindenden Einlaufens des Eisens mit grosser Schnelligkeit um ihre Achse drehen liess[4]); in diesem Falle wird vermöge der Fliehkraft das flüssige Metall gegen den Umkreis getrieben und nicht nur eine grössere Dichtigkeit des Gusses erzielt, sondern auch die Möglichkeit geboten, anfangs (für den zuerst sich füllenden Kranz) eine zum Abschrecken besonders geeignete harte, später (für die übrigen Teile) eine weichere und festere Eisenart einzubringen.

B. Masseformerei, Masseguss.

Der fette Sand oder die Masse (S. 100) hat den Vorzug vor dem mageren, dass er die aufgenommenen Eindrücke besser behält (besser steht), auch weil die betreffenden Formen getrocknet werden, feinkörniger sein darf, ohne der nötigen Durchlässigkeit zu ermangeln, also geeignet ist, auch feinere Linien mit aller Treue aufzunehmen; ferner, dass das Eisen nicht abgeschreckt, die Oberfläche desselben nicht hart wird. Er verursacht dagegen, wegen des Trocknens mehr Aufwand an Zeit und Kosten.

Man wendet deshalb Formen aus fettem Sande, Trockensand, nur in solchen Fällen an, wo sie unentbehrlich sind, nämlich beim Gusse feiner verzierter Waren und solcher grösseren Gegenstände, denen man die ganze natürliche Weichheit des Eisens bewahren will. Sogenannte Galanterie-Waren aus Eisenguss (als: Schnallen, Armbänder, Ohrgehänge, Ringe, Leuchter, Schreibzeuge, Münzen u. s. w.) werden deshalb in Masse geformt, von grossen Gegenständen hauptsächlich Maschinenteile.

Fetter Sand wird nicht allein zur Herstellung ganzer Formen, sondern auch (wie schon an Beispielen S. 111 No. 10, S. 114 No. 14 vorgekommen ist), zur

[1]) Z. d. V. d. I. 1868, S. 425 m. Abb.
[2]) Prakt. Masch.-Constr. 1878, S. 334 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1856, **139**, 5 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1859, **150**, 11 m. Abb.

Anfertigung der Kerne beim Guss hohler Gegenstände in magerem Sande gebraucht. Ein guter Kernsand ist besonders schwer zu finden, da er grobkörnig, sehr durchlässig und dabei doch sehr zusammenhaltend sein, also Eigenschaften besitzen soll, welche ziemlich selten vereinigt angetroffen werden: hier muss man daher oft zu künstlichen Mischungen greifen.

Die Masse wird vor dem Gebrauche schwach gebrannt, gestampft, gesiebt und mit wenig Wasser angemacht. Öfters setzt man ihr Kokestaub zu. Schon gebrauchte Masse wird mit Lehmwasser wieder angemacht. Auch magerer Sand hält nach dem Trocknen gut zusammen, wenn man ihn, statt mit Wasser, mit Kochsalzauflösung anmacht, und er könnte bei dieser Zubereitung in vielen Fällen statt fetten Sandes dienen, vor welchem er den Vorzug hat, weit schneller (wegen seiner Durchlässigkeit) auszutrocknen.

Das Formen geschieht bei dem Masseguss ganz nach denselben Grundsätzen und mit denselben Hilfsmitteln, wie beim Sandguss in Kästen; nur müssen die Formkästen stets von Eisen sein, weil sie beim Trocknen der Hitze ausgesetzt werden. Das Einformen kleiner Gegenstände stimmt auch meistenteils ganz mit dem Verfahren überein, welches beim Formen für den Messingguss gebräuchlich ist (s. Messinggiesserei). Die Modelle zu zarten verzierten Gegenständen werden mit höchst feingesiebter trockener Masse bestäubt, damit diese alle feinen Vertiefungen gut ausfülle; dann stampft man weniger feine, feucht gemachte Masse darüber. Alle Masseformen werden an Kohlenfeuer oder in eigenen geheizten Trockenstuben, Trockenkammern, auch wohl durch Einführung heisser Luft [1]) oder heisser Verbrennungsgase scharf ausgetrocknet, damit sie bei der Berührung mit dem geschmolzenen Eisen keine Dämpfe und Gase entwickeln. Die getrockneten Formen zu gröberen Gegenständen bestreicht man mittels eines Pinsels mit einer Schlichte oder Schwärze aus dünner Lehmbrühe und feinem Holzkohlenstaub, aus Leimwasser, Kohlenstaub und Knochenasche, oder von ähnlicher Zusammensetzung, und trocknet sie wiederholt. Zarte Formen schwärzt man durch Anrauchen, indem man sie über eine Kienholz- oder Pech-Flamme hält.

Es ist hier des Versuches zu gedenken, die vollkommene Schärfe der Abgüsse dadurch zu befördern, dass man aus der (sorgfältig luftdicht verschlossenen) Form die Luft auspumpen und dann von unten her das Metall eintreten liess; [2]) die geringe Anwendbarkeit dieses Kunstgriffes springt in die Augen.

C. Lehmformerei, Lehmguss (I, 264).

Die Lehmformerei (das zeitraubendste aller Formverfahren) wird verwendet, wenn der zu giessende Gegenstand nicht in einer grösseren Stückzahl verlangt wird, aber das Einformen in Sand oder Masse ein kostspieliges Modell erfordern würde; ferner, wenn der zu giessende Gegenstand eine getrocknete Form bedingt, aber die für Masseformerei erforderlichen eisernen Formkasten fehlen; endlich, wenn die Abmessungen der Formteile gegenüber den auf sie wirkenden Drücken verhältnismässig klein sein müssen.

---

[1]) D. p. J. 1870, **196**, 502 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1854, **131**, 434 m. Abb.

Ausserdem findet die Lehmformerei vielfach in Verbindung mit der Sandformerei Anwendung, indem Teile der Form aus Sand bezw. Masse, andere Teile derselben aus Lehm gefertigt werden.

Der Lehm ist als ein Gemenge von viel Thon mit wenig Sand zu betrachten, wie der magere Sand ein Gemenge von viel Sand mit wenig Thon ist. Der fette Sand steht zwischen beiden (vergl. I, 249). Der Lehm hat durch seinen überwiegenden Thongehalt Bindekraft genug, um nach sehr scharfem Trocknen (Brennen) für sich selbst, ohne Formkasten, zu stehen, d. h. den für den Guss erforderlichen Zusammenhang zu behaupten.

Der Formlehm muss nicht zu sandig, hinlänglich bildsam und bindend sein, beim Brennen wenig schwinden und keine oder nur unbedeutende Risse bekommen. Er wird durch Auslesen und Sieben von Steinen, Wurzeln u. dgl. gereinigt, mit Wasser angefeuchtet, fleissig durchgeschlagen, endlich mit gehacktem Stroh, trockenem Pferdemist oder Kuhhaaren, wohl auch Asbest vermengt und durchgetreten (damit er beim Trocknen nicht reisst und abbröckelt).

Zu jeder Lehmform für einen hohlen Gegenstand müssen drei Hauptteile gebildet werden: der Kern, das Hemd, der Mantel. Der Kern ist derjenige Teil der Form, der in dem Gusse die Höhlung ausspart, und also an Gestalt und Grösse dem Innern des Gussstückes gleich sein muss. Über den Kern wird eine Lage Lehm aufgetragen, welche an Dicke und an äusserer Gestalt dem zu fertigenden Gussstücke gleicht, sowie sie durch den Kern schon von selbst die gehörige innere Gestalt bekommt. Diese Bekleidung ist ein wahres von Lehm gemachtes Modell, und heisst wirklich so, zuweilen aber auch das Hemd, die Dicke oder Eisenstärke. Das Hemd oder Modell wird endlich in eine stärkere Lehmmasse eingehüllt (den Mantel). Wird der Mantel, im ganzen oder in zwei (zuweilen mehrere) Teile mit einem dünnen Messer zerschnitten, von dem Hemde abgehoben, letzteres weggebrochen und beseitigt, dann der Mantel wieder über dem Kerne aufgesetzt, so bleibt der Raum leer, welchen das Eisen füllen soll. Den Kern macht man, wenn möglich hohl, teils um ihn leichter austrocknen und brennen zu können, teils um an Lehm und an Arbeit zu sparen. Das Auftragen des Lehmes geschieht schichtenweise, und jede Schicht wird an der Luft und durch Kohlenfeuer getrocknet, bevor man eine neue aufträgt. Damit der Mantel vom Hemde, und dieses vom Kerne sich leicht ablöse, bepinselt man Kern und Hemd nach ihrer Vollendung mit Holz- oder Torfasche, die mit Wasser angerührt ist. Nach der schon erwähnten Wegschaffung des Hemdes werden Kern und Mantel ausgebessert oder geputzt, und durch herum und hinein gemachtes Feuer gebrannt, bei geringerer Grösse in einer auf 150 bis 200° C. geheizten Kammer getrocknet; dann mit einer Brühe von Leimwasser und Kohlenstaub bestrichen (geschwärzt). Die Fugen des wieder über dem Kerne aufgesetzten Mantels werden mit Lehm verstrichen. Zum Abgusse setzt man die Formen in die Dammgrube und umgiebt sie mit festgestampfter Erde. Grosse, nicht fortschaffbare Formen werden schon in der Dammgrube verfertigt. Die

Eingüsse und Windpfeifen (zur Abführung der Luft) bildet man aus Lehmröhren, welche in Öffnungen des Mantels eingesetzt werden. Nach dem Gusse, wenn das Gussstück in der Form erkaltet ist, wird der Mantel abgeschlagen und der Kern herausgestochen, wenn sich nicht das Gussstück von demselben abheben lässt. Der Lehm kann nur zur Magerung frischen Lehms wieder gebraucht werden.

Runde Lehmformen werden mit Lehren, Drehbrettern, d. h. nach dem hervorzubringenden Querschnitt ausgeschnittenen Brettern abgedreht. Zu jeder Form sind zwei Lehren erforderlich: die erste für den Kern, die andere für das Hemd. Der Mantel wird meist aus freier Hand gebildet, da es auf die Regelmässigkeit seiner äusseren Gestalt nicht ankommt; doch dreht man ihn zuweilen mittels einer dritten Lehre, um bei seiner alsdann regelmässigeren Gestalt besser eiserne Reifen herumlegen zu können, welche gegen Bruch schützen. Kleinere Formen verfertigt man in der Drehlade (I, S. 267) auf einer hölzernen oder eisernen wagerechten Spindel, welche mittels einer Kurbel umgedreht wird, während man den Lehm mit der Hand aufträgt und zuletzt mit der unbeweglich dagegen gelegten Lehre zur gehörigen Gestalt abgleicht. Mit dem Kerne wird natürlich der Anfang gemacht; und damit derselbe hohl wird, umwickelt man die Spindel mit Strohseilen, bevor man mit dem Auftragen des Lehmes beginnt.

Zu grossen runden Formen wird der Kern aus Ziegeln oder Lehmsteinen (mit Lehm als Mörtel) hohl aufgemauert, und nur äusserlich mit Lehm bekleidet. Weil eine solche Form sich nicht wohl würde in drehende Bewegung setzen lassen, so wird die Lehre, welche mit der in der Achse des Kernes senkrecht aufgerichteten eisernen Spindel verbunden ist, im Kreise herumgeführt, um das Abdrehen zu bewirken. Die gedachte Spindel wird entweder zu jeder Form von neuem in der Achse aufgestellt, oder sie befindet sich ein für allemal an einer besonderen Vorrichtung, unter welcher man die Anfertigung der Formen vornimmt. Den Mantel verstärkt man durch Eisenstäbchen oder Drähte, die man in die Masse desselben legt. Für die Henkel oder Handhaben der Kessel und andere Nebenteile der Lehmgüsse werden besondere Formen von Lehm gemacht und in die Öffnungen des Mantels eingesetzt.

Nach dem Vorstehenden lässt sich leicht erachten, dass man durch ein im wesentlichen ganz gleiches Verfahren auch die an beiden Enden offenen Cylinder für Dampfmaschinen, Gebläse u. s. w. formen kann. Bei sehr grossen Cylindern würde indessen das Ablösen eines Lehmmantels vom Hemde und das Wiederansetzen desselben zu schwierig sein. Man mauert und vollendet daher den Mantel in der Dammgrube und senkt dann den auf einer eisernen Scheibe besonders verfertigten Kern ins Innere desselben hinab, wobei man sich, wie überhaupt zum Handhaben grosser Formen und Gussstücke, eines Krahnes bedient.

Gerade oder gebogene stabförmige Gestalten werden durch Ziehen (I, 264) gebildet und nicht selten den gedrehten angefügt.

In besonderen Fällen wird das Drehen und Ziehen miteinander vereinigt.

Das ist z. B. der Fall bei dem Formen der Triebschrauben für Schraubendampfschiffe. Sie werden in der Dammgrube geformt. Die

Warze formt man in gewöhnlicher Weise durch Ausdrehen, den auf der Drehlade gestalteten Kern, welcher die Bohrung der Schraube auszusparen hat, setzt man ein. Die Flügel aber werden auf folgende Weise gestaltet. Die arbeitende Seite der Schiffsschraube hat — in der Regel — die richtige Schraubengestalt. Sie liegt beim Gusse unten. So formt man dieselbe, indem man das um die Spindel kreisende Drehbrett auf einer Lehre ruhen lässt, welche der Neigung der Schraube entspricht. Um die Metallstärke, oder das Hemd, in richtiger Weise aufzulegen, werden auf die erzeugte Arbeitsfläche der Schraube dem Querschnitt der Flügel entsprechende, aus Eisenblech gefertigte Lehren gesetzt und der Zwischenraum derselben schichtenweise mit Lehm ausgefüllt, bezw. nach dem oberen Rande dieser Lehren freihändig abgeschlichtet. Die Herstellung des „Mantels" findet sodann in gewöhnlicher Weise statt.

Zum Lehmgusse gehört endlich auch der sogenannte Kunstguss, d. h. die Verfertigung gusseiserner Büsten, Figuren u. s. w. Die Verfahrungsarten hierbei stimmen mit jenen überein, welche bei der Abhandlung über den Bronzeguss für die sogenannte Bildgiesserei beschrieben werden.

D. Schalenformerei, Schalenguss.

Der Schalenguss (der Guss mit Anwendung gusseiserner Formen, Schalen, Kapseln) gewährt den Vorteil, in einer Form eine beliebige Anzahl Abgüsse schnell nacheinander machen zu können, während die Sand-, Masse- und Lehmformen stets nur für einen einzigen Abguss dienen und dann zerstört werden müssen. Trotz der hieraus für den Schalenguss hervorgehenden grösseren Wohlfeilheit wird derselbe doch nur wenig angewendet, weil die Gusswaren durch die schnelle Abkühlung (das Abschrecken) in den gut leitenden eisernen Formen unansehnlich und rauh ausfallen, auch bis auf einige Tiefe (wenn sie sehr dünn sind, sogar durch und durch) eine grosse Härte und damit zusammenhängende Sprödigkeit erlangen: Eigenschaften, welche meist sehr unwillkommen sind. Fast nur für solche Gegenstände also, bei welchen bedeutende Härte ein Erfordernis ist, werden eiserne Formen angewendet (Hartguss). Je dicker die Wände solcher Formen sind, desto mehr Wärme entziehen sie dem Eisen in gleicher Zeit und desto vollkommener ist daher die Härtung (I, 217). Um das Einfressen des geschmolzenen Eisens in die Formen zu verhindern, bestreicht man letztere stark mit Reissblei, fein gepulvertem Antimon oder überzieht sie mit Steinkohlenteer. Vor dem Gusse werden sie zuweilen erwärmt.

Beispiele der Anwendung des Schalengusses sind folgende:

1) Hartwalzen[1]), d. h. Walzen zum Ausstrecken des Bleches aus Eisen und anderen Metallen. Solche Walzen, besonders grössere, gehören zu den schwierigsten Erzeugnissen der Eisengiesserei. Der Walzenkörper selbst muss (auf wenigstens 12 *mm* tief von der Oberfläche einwärts) hart, die Zapfen dagegen dürfen es, der Haltbarkeit wegen, nicht sein. Die Form besteht deshalb aus drei Hauptteilen, nämlich aus einer hohlen gusseisernen, genau ausgebohrten, beim Gusse aufrecht stehenden Trommel, dessen Wanddicke wenigstens ein Drittel des inneren Durchmessers beträgt, und zwei eisernen Formkästen, welche oben und unten mit der Trommel verbunden werden, und worein man in Masse (fettem Sande) die Zapfen der Walze einformt. Das Eisen (stark halbiertes, oder eine Mischung aus grauem und weissem) wird durch eine schräge Lehmröhre nach dem untersten Formkasten geleitet, wo es an zwei Punkten

---

[1]) D. p. J. 1841, **82**, 30 m. Abb.; 1856, **139**, 245 m. Abb.; 1857, **145**, 38 m. Abb.; 1862, **162**, 351 m. Abb.; 1867, **183**, 269 m. Abb.

seitwärts, in tangentialer Richtung (I, 281), einströmt und nicht nur, von unten nach oben die Form füllend, alle Luft, Schlacken und Unreinigkeiten vor sich her treibt, sondern zugleich auch in eine kreisende Bewegung gerät, vermöge welcher die Unreinigkeiten sich mitten auf der Eisenfläche sammeln, ohne die Aussenfläche der Walze verderben zu können. Der Guss schwindet hinlänglich, um das Abheben der Form zu gestatten, ungeachtet die letztere in ihrer ganzen Länge von einerlei Durchmesser ist. — Kaliberwalzen werden wesentlich auf dieselbe Weise gegossen, nur muss dazu die Schalenform zweiteilig sein.

Kleine Blechwalzen giesst man öfters ohne die Zapfen, aber mit einer durch und durch gehenden Höhlung, in welche eine schmiedeiserne Achse mit daran sitzenden Zapfen eingeschoben wird. In diesem Falle kann die Form viel einfacher sein und aus einer gusseisernen, an beiden Enden offenen Trommel bestehen, die man auf eine geebnete Lehmsohle setzt, in deren Mitte ein Kern von Lehm aufgerichtet wird, und die man von oben her vollgiesst. Mit Erfolg ist es auch versucht worden, die Walzen auf schmiedeiserne Achsen aufzugiessen, indem man die (vorher zuweilen verzinnte) Achse an Stelle des Kernes in die Form einsetzt.

An dieser Stelle ist des Verfahrens zu gedenken, abgebrochene Walzenzapfen durch Angiessen zu erneuern. Die Bruchstelle wird durch aufgelegte glühende Kohlen rotwarm gemacht, nachdem eine Lehmform aufgesetzt worden, die nahe über der Bruchfläche mit seitlichen Öffnungen von 25 *mm* Weite versehen ist; hierauf wird flüssiges Eisen aufgegossen, welches durch diese Öffnungen wieder abfliesst, bis ein Anschmelzen der Walzenfläche bemerklich wird; dann werden die Öffnungen geschlossen und es erfolgt die Anfüllung der Form zur Herstellung des Zapfens. Hierdurch tritt eine vollständige Anschweissung des neuen Zapfens ein.

2) Kreuzungsstücke (sogenannte Herzstücke) der Eisenbahngleise.

3) Platten für Panzertürme.

4) Spurräder, bezw. Räder für Eisenbahnen. Diese sollen nicht ganz, sondern nur an bestimmten Stellen hart werden. Man legt deshalb in die im übrigen aus Sand bestehende Form Gusseisenstücke angemessener Gestalt und Grösse, welche die abzuschreckenden Teile des Gussstückes berühren.

Fig. 10 stellt eine Form für Eisenbahnräder dar, deren Laufbahn hart werden soll.[1]) Die Aussenseite der Räder ist in den Unterkasten geformt,

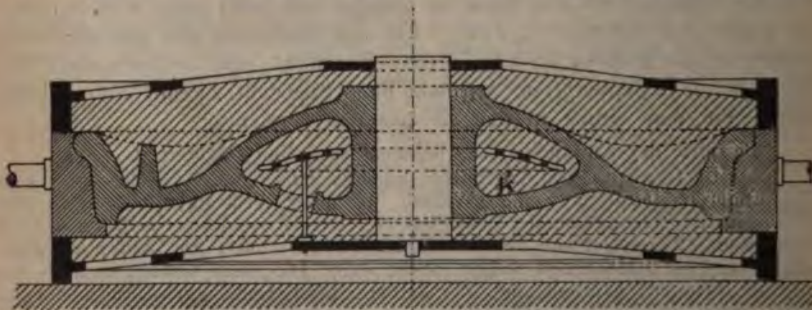


Fig. 10.

welcher auch die um Kerneisen gebildeten Kernstücke *k* trägt; den Oberkasten begrenzt die entgegengesetzte, mit spiraligen Rippen versehene Seite des Rades; der aus Gusseisen bestehende Mittelkasten begrenzt die abzuschreckende Bahn des Rades.

[1]) Annales industr., Sept. 1885, m. Abb.

Hohle Kunstgussgegenstände (z. B. kleine Figuren u. dgl.) hat man mit gutem Erfolge in vielteiligen gusseisernen Formen ohne Kern dargestellt, indem man die gänzlich mit Eisen gefüllte Form kurz nach dem Eingiessen durch Umkehren wieder entleerte, so dass nur eine dünne erstarrte Kruste an der Formwandung zurückblieb. Dieses Verfahren nennt man das Stürzen oder den Schwenkguss (I, 241).

Aus anderem Stoff, als Metall, für den Eisenguss solche Formen herzustellen, welche mehrmals gebraucht werden können, wird für eine allgemeinere Anwendung wohl immer zu schwierig bleiben, da solchen Formen die nötige grosse Haltbarkeit fehlt; der Versuch ist indes gemacht worden mit feuerfestem Thon, welcher mit $1/_5$ Sand oder gemahlenen alten feuerfesten Ziegeln versetzt, nach Art des Lehms (S. 116) geformt, hart gebrannt und mit Graphit- oder Holzkohlenpulver — in Wasser, Bier oder Hefe angerührt — geschwärzt wurde.[1])

E. Maschinenformerei.[2]) (I, 269.)

Unter diesem Namen fasst man eine Reihe Formverfahren zusammen, welche mechanische Einrichtungen, Formmaschinen benutzen, selbst wenn letztere den Begriff, welchen man im allgemeinen mit dem Namen Maschine verbindet, nicht decken.

Behufs Gewinnung einer Übersicht dieser Formmaschinen, bezw. ihrer Anwendung, will ich dieselben in folgenden Gruppen erörtern:

1) Die betreffenden Einrichtungen sollen Ersparnisse an Arbeitslöhnen herbeiführen.

a. Im Jahre 1827 führte der damalige Oberfaktor Frankenfeld in Rothe-Hütte a/Harz, in Verbindung mit dem Modellmeister J. Heyder und dem Formermeister L. Flentje zuerst die Modellplattenformerei ein. Sie bildet die Grundlage einer sehr grossen Gruppe der hier in Frage stehenden Verrichtungen.

Ihr Wesen besteht in folgendem:

Auf einer festen Platte ist derjenige Teil des Modelles befestigt, welcher den Hohlraum des einen, auf einer anderen Platte derjenige Modellteil befestigt, welcher den Hohlraum des anderen Formkastens aussparen soll. Es wird jeder der beiden (es handelt sich, mit seltenen Ausnahmen, nur um in zwei Formkästen ausgebildete Formen) Formkästen auf der zugehörigen Modellplatte, unabhängig von dem anderen aufgestampft.

Hieraus erwachsen mehrere Vorteile. Die Teilungsfläche der Form wird ohne weiteres an der festen Modellplatte gebildet, das Modell erfährt nach Bedarf durch die Platte eine beliebig grosse Versteifung, das Einstampfen beider Kasten kann gleichzeitig stattfinden.

Damit nun die beiden Formhälften ohne weiteres genau aufeinander gelegt werden können, muss die Lage der Modelle beider Platten gegenüber den Formkasten gleich sein. Da die gegenseitige Lage der Kasten durch die Schliessstifte und Ösen derselben bestimmt wird, so liegt nahe, diese Schliessstifte und Ösen auch zur Bestimmung der gegenseitigen Lage der Modellplatten und Formkasten zu benutzen.

Wenn, wie gewöhnlich, der obere oder männliche Formkasten nur mit Stiften versehen ist, so erhält die zugehörige Modellplatte die entsprechenden

[1]) D. p. J. 1874, **131**, 432.
[2]) D. p. J. 1882, **246**, 6, 49, 167, 544 m. Abb.

Öffnungen, die Modellplatte des Unter- oder weiblichen Kastens jedoch Stifte, welche in die Ösen des letzteren greifen. Bei der Modellplattenformerei, wie bei der zugehörigen Maschinenformerei fallen aber die Rücksichten, welche bei der gewöhnlichen Handformerei die Stifte für den Unterkasten unzulässig machen, hinweg, weshalb man für sie Zwitter vorzieht, d. h. solche Kasten, welche je die Stifte und Ösen enthalten.

Da nun die gegenseitige Lage von Modell und Modellplatte eine feste ist, so erfordert das Einformen einer grösseren Zahl Modelle, die auf derselben Platte sich befinden, nicht nennenswert mehr Arbeit, als das Einformen eines einzigen derselben in dem gleichgrossen Formkasten; es können auch Modelle für die Zuflusskanäle des Metalls, sowie diejenigen für die Luftabfuhr durch auf der Modellplatte befindliche Modelle ausgespart werden, so dass die Modellplattenformerei sich für die Herstellung zahlreicher, gleicher Formen besonders eignet. Sie bedingt aber auch, um lohnend zu werden, die Massenerzeugung, da die Herstellung der Modellplatten und zugehörigen Formkasten aus mancherlei Gründen kostspieliger ist, als diejenige der für die gewöhnliche Handformerei erforderlichen Mittel.

Wegen der festen Verbindung zwischen Platte und Modellen ist unmöglich, die Sandränder vor dem Ausheben der Modelle zu netzen (vergl. I, 252), ja, das Ausklopfen der Modelle kann nur in sehr bescheidenem Masse stattfinden. Deshalb bedingt die Modellplattenformerei sehr sorgfältig geglättete Modelle (man fertigt sie meistens aus Metall). Sie ermöglicht aber gleichzeitig ein sicheres Ausziehen der Modelle, indem die Modellplatte vermöge Ineinandergreifens der Stifte und Ösen eine sichere Führung erfahren. Für nicht zu steil abfallende, bezw. nicht zu hohe Modelle genügt das, um das Netzen der Sandränder und umfangreichere Ausklopfen entbehrlich zu machen.

Es fällt dabei die Folge jenes Netzens beim Giessen in magerem Sand, nämlich das teilweise Abschrecken des auf die genetzten Ränder treffenden Eisens hinweg; auch spart man, mit seltenen Ausnahmen, das zeitraubende Ausbessern (I, 252).

Die hierher gehörigen Formmaschinen benutzen nun die Modellplattenformerei im ganzen Umfange, bewirken aber die Führung beim Ausziehen der Modelle nicht mittels der Stifte und Ösen, sondern durch besondere Führungen und verwenden ausserdem Hebel, Schrauben oder dergleichen, um den für das Ausziehen erforderlichen Kraftaufwand zu mindern. Je nach Umständen wird der Kasten von der Modellplatte oder letztere von ersterem ab bewegt, wobei der Kasten oben oder unten liegen kann. Ein wahres Heer verschiedener mehr oder weniger vollkommener derartiger Einrichtungen ist im Gebrauch.[1])

b. Der Sand solcher Formen, deren Modelle weniger gut auszuheben ist, bedarf insbesondere an den Rändern einer Sicherung. Schon gegen

[1]) D. p. J. 1882, **246**, 10 m. Abb.; 1883, **250**, 107 m. Abb.; 1885, **257**, 10 m. Abb.
D. R. P. No. 15 489; No. 4814; No. 8669; No. 3454.
Z. d. V. d. I. 1865, S. 682 m. Abb; 1886, S. 449.

1831/32 war in Deutschland [1]) ein Verfahren bekannt, nach welchem, behufs Abstreifens des Sandes von dem Modell, die Sandränder durch eine das Modell umgebende Platte gestützt wurden und gegen 1854/55 erhielt Brown ein nordamerikanisches Patent auf ein Röhrenformverfahren [2]), bei welchem das Modell *m* zunächst durch eine Platte *f*, Fig. 11, welche die Teilfäche des über ihr befindlichen Formkastens bildet, in einigem Grade zurückgezogen und dann erst diese Platte von dem Formkasten entfernt wird. Das Modell *m* ist zu dem Zwecke genau anschliessend durch die Formplatte *f* gesteckt und auf einem gut geführten Schlitten *a* befestigt.



Fig. 11.

Dieses Formverfahren findet für steiler abfallende Modelle und auch solche, welche schwächere, leicht verletzliche Sandgebilde stehen lassen, die ausgedehnteste Anwendung. Die zugehörige Formmaschine muss zwei gleichlaufend zu einander und nacheinander zu benutzende Bewegungsmittel besitzen, braucht sich aber im übrigen von derjenigen der ersten Gruppe nicht zu unterscheiden. [3])

Das Verfahren findet auch in der Weise Anwendung, dass Teile des Modelles früher zurückgezogen werden, als der Rest desselben. [4])

Fig. 12 lässt die für das Formen eines Stufenrades geeignete Anordnung erkennen. Das Modell *B* des kleineren Rades ist höher gemacht, als die Zahnbreite beträgt, so dass die Flächen der Zähne in das Modell *A* des grösseren Rades greifen, gerade so, wie *A* von der Formplatte *C* umschlossen wird. Die Kernmarke *m* ist stark verjüngt, so dass sie sich vom Sande leicht ablöst. Nachdem nun der Sand aufgestampft ist, zieht man zunächst Modell *B* nach unten, wobei die leicht verletzlichen, *B* umgebenden Sandränder sich auf *A* stützen, dann zieht man *A* nach unten, während die Formplatte *C* den zugehörigen Sandrändern sicheren Schutz gewährt. Um die Zähne des Modelles *B* durch das Modell *A* und diejenigen des letzteren durch die Formplatte *C* genau umschliessen zu lassen, giesst man aus leicht schmelzbarem Metall die Ringe *i* an die Modelle.

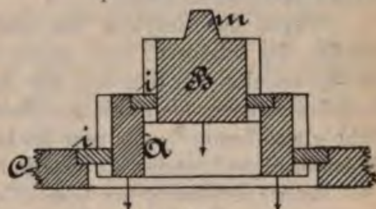


Fig. 12.

Kerne werden ebenfalls mittels dieses Verfahrens aus den Kernkasten gehoben. [5])

c. Es liegen nicht wenige Verfahren bezw. Einrichtungen vor, welche die Dichtung des Sandes durch mechanische Mittel anstreben.

[1]) D. p. J. 1882, **246**, 8 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1882, **246**, S. 16 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1882, **246**, 17, **244**, 114 m. Abb.; 1884, **252**, 454 m. Abb., **253**, 365 m. Abb.; 1885, **255**, 320 m. Abb.; 1888, **270**, 102 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1865, S. 682 m. Abb.; 1886, S. 449 m. Abb.
[4]) Z. d. V. d. I. 1865, S. 682 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1884, **253**, 365 m. Abb.

Eine überall gleiche Dichtung des Sandes ist nur durch schichtenweises Eintragen und Verdichten desselben zu erzielen (I, 225), wie es bei dem Einstampfen mittels der Hand stets durchgeführt wird. Dementsprechend angeordnete mechanische Einrichtungen[1]) haben sich jedoch nicht einzuführen vermocht.

A. Newton[2]) drückt das Modell in den mit Sand gefüllten Formkasten. Um die zutreffende Sandmenge im Kasten zu haben, setzt Newton den Aufsetzrahmen *a*, Fig. 13, auf den Formkasten *b*, lässt den so gebildeten, vergrösserten Hohlraum des Kastens durch einen

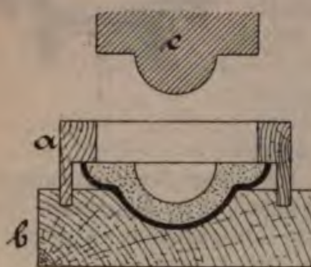


Fig. 13.

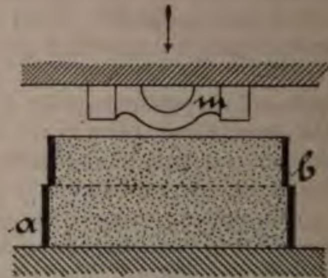


Fig. 14.

Einfalltrichter möglichst gleichförmig füllen und drückt sodann das Modell *c* so tief in den Kasten, dass die Teilungsfläche der Form mit dem Kastenrande abschneidet.

Wegen der Reibung des Sandes an den Kastenwänden, den Scherwänden des letzteren, und wegen der Reibung der Sandkörner aneinander ist die erzielte Verdichtung des Sandes in der unmittelbaren Nähe des Modelles grösser, als in einiger Entfernung von demselben, überhaupt aber nicht gleichförmig[3]), für sehr flache Modelle scheint jedoch eine genügende Gleichförmigkeit erzielt zu werden.

Behufs Erhöhung der Gleichförmigkeit schlägt Hahn[4]) folgende Verbesserung vor. In den eigentlichen Formkasten *a*, Fig. 14, wird der Hilfsformkasten *b* gesteckt, welcher zunächst als Aufsetzrahmen dient. Indem man nun das an einer Platte befestigte Modell eindrückt und das Eindrücken auch auf den Hilfsformkasten ausdehnt, drängt der letztere den tiefer belegenen Sand zusammen, bewirkt derselbe überhaupt eine grössere Verdichtung des letzteren, als ohne den erwähnten Kunstgriff möglich sein würde.

---

[1]) Quellennachweise: D. p. J. 1882, **246**, 49.
[2]) Engl. Pat. 5. Okt. 1849; D. p. J. 1850, **118**, 352 m. Abb.
[3]) Es gehören hierher die in nachfolgenden Quellen beschriebenen Maschinen, bezw. Einrichtungen:
D. p. J. 1856, **142**, 184 m. Abb.; 1859, **152**, 9 m. Abb.
Prechtl, Technol. Encykl., Ergänzungsband 2, S. 629 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1887, S. 776 m. Abb.
Revue industr., Juni 1884, S. 229 m. Abb.
[4]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 806 m. Abb.

Statt das Modell in den Sand zu drücken, üben andere eine Pressung auf den Rücken des über das Modell geworfenen Sandes aus. Man setzt den Formkasten auf das Formbrett, fügt ersterem den Aufsetzrahmen hinzu, füllt den so entstehenden Hohlraum mit Sand, streicht das den Aufsetzrahmen Überragende ab, legt eine Druckplatte auf, deren Abmessungen, bezw. Gestalt mit dem Inneren des Formkastens im Einklang steht und drückt sie entsprechend kräftig gegen den Sand. Nach dem Zurückziehen der Druckplatte wird der Aufsetzrahmen entfernt und der den Formkastenrand etwa überragende Sand mit einem Richtscheit abgestrichen, worauf das Trennen der Form vom Modell auf einem der unter *a* und *b* genannten Wege geschieht.[1]) Die grösste Verdichtung des Sandes erfolgt also weit vom Modell, was dann Sinn hat, wenn man weniger Wert auf die Durchlässigkeit des Sandes, als auf dessen Halt innerhalb des Formkastens legt.

Die entstehende Dichtung des Sandes in der Nähe des Modelles ist notwendigerweise eine ungleichmässige, namentlich bei höheren, mit steil abfallenden Flächen behafteten Modellen. Man pflegt deshalb, sofern die Modelle für das vorliegende Verfahren nicht sehr günstig gestaltet sind, den das Modell berührenden Sand mittels der Hand zu dichten und hierauf erst den übrigen Sand einzuwerfen und zu pressen.

Eine grössere Gleichförmigkeit der Sanddichte strebt Wertheim[2]) dadurch an, dass er die Druckplatte als Abklatsch der Formplatte und des über sie hervorragenden Modelles bildet. In Fig. 15 bezeichnen *a* die Formplatte, *b* den Formkasten, *c* den Aufsetzrahmen, *d* die Druckplatte, *m* die Modelle. Es lässt sich leicht übersehen, dass die hervorragenden Teile der Druckplatte den Sandrücken zunächst treffen und teils unter sich den Sand verdichten, teils ihn verdrängen, so dass er die Hohlräume der Druckplatte ausfüllt.



Fig. 15.

Sebold & Neff[3]) ergänzen das Wertheim'sche Verfahren dahin, dass sie die Höhlungen der Druckplatte mit Sand füllen, bevor letztere auf den Formkasten gelegt wird. Von wesentlichem Vorteil für die Gleichartigkeit der Sanddichtung kann dieses Verfahren nur dann sein, wenn die Sandlage zwischen Druckplatte und Modell gering ist. Es gehören hierher noch die in den Quellen[4]) beschriebenen Einrichtungen bezw. Verfahren.

[1]) D. p. J. 1880, **236**, 19 m. Abb., **237**, 439 m. Abb.; 1882, **243**, 456 m. Abb., 285 m. Abb.; 1885, **255**, 319 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 450; 1887, S. 778 m. Abb.

[2]) D. R. P. No. 2733: D. p. J. 1882, **246**, 53.
Z. d. Gewerbfleissvereins 1880, S. 184 m. Abb.

[3]) Z. d. Gewerbfleissvereins 1880, S. 481 m. Abb.
D. p. J. 1880, **236**, 19 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1885, **255**, 319 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1886, S. 450; 1887, S. 823 m. Abb.

Bei dem Dichten des Sandes mittels einer Presse liegt die Gefahr vor, dass entweder zu viel oder zu wenig Sand im Kasten sich befindet, um die richtige Dichte hervorzubringen (I, 230). Sofern das Modell eingedrückt wird, muss die gegensätzliche Verschiebung aufhören, sobald die Formplatte den Formkastenrand erreicht, sie muss aber auch bis zu diesem Augenblicke fortgesetzt werden. Man hat manche Vorschläge zur Beseitigung der hiermit verknüpften Übelstände gemacht.[1]) Sofern der Sandrücken gedrückt wird, kann die Verschiebung der Druckplatte gegenüber dem Formkasten gewissermassen an beliebiger Stelle aufhören; man darf daher das Pressen unterbrechen, sobald der erforderliche Druck eingetreten ist. Das kann ohne weiteres benutzt werden, wenn man mittels einer Schraube, gespannten Wassers oder Dampf presst, indem nur nötig ist, den Grad der Pressung richtig zu messen. Sebold & Neff haben bei ihrer (S. 125 angezogenen) Maschine den Formkasten, bezw. den ihn tragenden Wagen auf belastete Hebel gestellt, welche ausweichen, sobald der Druck den vorschriftsmässigen Grad überschreitet und die Pneumatic Comp. lässt auf den Rücken des Sandes den Druck gespannter Luft wirken.[2])

Zu dem besten Ergebnis würde man zweifellos kommen, wenn man das Modell um ein bestimmtes Mass eindrückte und nunmehr unter Steigerung des Druckes lediglich den Rücken nachgeben liesse. Das w. o. (S. 124) angegebene Hahn'sche Sanddichtverfahren lässt das Erwähnte ohne Schwierigkeit erreichen.

Zur Unterstützung der Handarbeit kann das Gebr. Körting'sche Sanddichtverfahren[3]) dienen. Es wird eine schwere Walze über den Formrücken gewälzt.

d. Allgemeines. Mit den hier erörterten mechanischen Einrichtungen, welche dem Einformen unmittelbar dienen, sind zahlreiche andere gepaart, welche bezwecken, die erforderlichen Bewegungen der Formkasten nebst Zubehör zu erleichtern, bezw. den zugehörigen Zeitaufwand zu mindern. Der Raum wie die Anlage dieses Buches gestattet nicht, auf dieselben näher einzugehen.

Die für Formmaschinen benutzten Formkästen erfordern einen höheren Grad der Genauigkeit, als die der Handformerei dienenden, sie werden demnach wesentlich teurer. Da gleichzeitig, um die Maschinenformerei lohnend zu machen, auch eine grosse Zahl gleichartiger Stücke eingeformt werden müssen, so muss auch im allgemeinen die Zahl gleichartiger Formkasten, die von Giesszeit zu Giesszeit gefüllt werden, eine weit grössere sein, als bei der Handformerei. Das hat zu Versuchen geführt, welche anstreben, die genauen Formkasten nur für das Einformen und Zusammenlegen der Formen zu benutzen, sie dann aber, behufs sofortiger Wiederbenutzung, von letzteren abzulösen.

---

[1]) D. p. J. 1882, **246**, 51.
[2]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 450; 1887, S. 777 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1885, **255**, 318 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 335 m. Abb.

Man nennt derartig vorgerichtete Formkasten: Abschlagformkasten.

Gülpen, Lensing und Gimborn[1]) gestalten die beiden zusammengehörigen Formkasten so, dass sie eine abgestumpfte, hohle Pyramide bilden. Die gefüllten Formkasten werden am Giessorte zusammengelegt und hierauf, mittels eines auf den Rücken des oberen Kastens gelegten Brettes, dessen Abmessungen den inneren Weiten des Kastens entsprechen, und Hebel, die einerseits sich auf das Brett stützen, andererseits den unteren Formkasten angreifen, beide Kasten abgehoben, so dass eine abgestumpfte Sandpyramide stehen bleibt. Um diese widerstandsfähig genug gegenüber dem Druck des eingegossenen Metalles zu machen, stellt man mehrere solcher Formen zusammen und füllt die Hohlräume mit Sand aus, dämmt ausserdem ringsum die erforderliche Menge Sand, vielleicht innerhalb einer das Ganze umgebenden Wandung.

Eine andere Einrichtung besteht darin, dass man die Formkasten an zwei sich schräg gegenüber liegenden Kanten zerlegbar macht, im übrigen ähnlich verfährt, wie soeben angegeben ist. [2])

Paul[3]) setzt in die mit Stiften, bezw. Ösen versehenen Formkasten schlichte Rahmen, welche nach dem Zusammenlegen von den äusseren Formkasten gelöst werden und stehen bleiben, während letzteren neue zum Aufnehmen des Sandes geeignete Rahmen eingefügt werden.

Es schliessen sich diesen zur Ersparung der Anlagekosten dienenden Mitteln andere an, welche den für das Formen erforderlichen Zeitaufwand, bezw. körperlichen Kraftaufwand zu mindern bezwecken.

Die einzelnen Arbeiten folgen sich bei jeder Form in gleicher Weise. Dem Einformen folgt das Zusammenlegen der Kasten nebst Einlegen der Kerne, das Giessen, das Ausleeren. Werden die Formen getrocknet, so ist das Trocknen und Schwärzen an bestimmter Stelle einzuschalten. Gegenstände annähernd derselben Art und Grösse bedürfen zu ihrem Einformen nicht allein dieselben Arbeiten in gleicher Folge, sondern die Arbeiten lassen sich auch in gleicher Weise durch mechanische Hilfsmittel (Krähne, Schienengleise mit Wagen oder Karren, Kippvorrichtungen u. s. w.) erleichtern. Sind solche Gegenstände in grosser Zahl auszuführen, so lohnt die Beschaffung solcher Hilfsmittel. Zur Erläuterung dessen mögen einige Beispiele angeführt werden.

Das Formen und Giessen der Röhren findet vielfach wie folgt statt. Zweiteilige Formkasten hängen so in einem Gerüst, dass die Achse der demnächstigen Röhre senkrecht wird. Ein dritter Formteil, derjenige für die Muffe, wird unten an den Formkasten befestigt. Man bringt an Stelle des letzteren zunächst eine Platte mit genauer Bohrung, nachdem die beiden Kasten gut miteinander verbunden sind, senkt das (eiserne, sorgfältig gedrehte, bezw. geglättete) Modell ein, welches in jene Bohrung greift und hierdurch am unteren Ende eine genaue Lage bekommt, und stampft hierauf, mittels Handwerkzeuge den Hohlraum zwischen Modell und Formkasten mit Sand aus. Der obere Teil des Modells ist etwas vedickt, so dass dort eine kegelförmige Erweiterung der Form entsteht. Das Modell wird mittels des Krahnes in seiner Achsenrichtung

[1]) Z. d. V. d. I. 1878, S. 33 m. Abb. D. p. J. 1878, **229**, 243 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1880, **235**, 21 m. Abb.
[3]) Z. d. Gewerbfleissver. 1880, S. 192 m. Abb.

ausgezogen, die Form durch die Wärme eines untergeschobenen Ofens getrocknet und hierauf geschwärzt, indem man ein den Querschnitt der Form gut ausfüllendes Brett mittels einer Schnur festhält, dann die Kohlenstaubbrühe aufgiesst und hierauf das Brett ziemlich rasch nach unten sinken lässt. Die Form für die Muffe ist an einem anderen Orte (mittels Lehre in fetten Sand) geschnitten, getrocknet und geschwärzt; sie wird unter die Röhrenform gelegt. Der Kern greift mit seinem unteren Ende in die Muffenform, welche seine untere Lage ohne weiteres genau macht, und ist oben mit einer kragenartigen Erweiterung versehen, welche in die kegelförmige Erweiterung des oberen Formendes greift. In den Kragen des Kernes sind zwei Lücken geschnitten, die als Einguss-, bezw. Luftöffnung dienen. So kann der Guss stattfinden. Man zieht nach kurzer Zeit den Kern heraus, damit die Röhre frei zu schwinden vermag, öffnet den Verschluss der Formkasten und hebt sodann die fertige Röhre heraus. Dem folgt das Einformen u. s. w.[1])

Die Arbeitsfolge, wie die zweckmässige Ausnutzung derselben, um mit wenigen mechanischen Hilfsmitteln, welche einer Reihe solcher Formkästen entlang nacheinander zur Thätigkeit gelangen, ist leicht zu übersehen.

Es wird die regelmässige Arbeitsfolge auch für die Kerne besonders durchgeführt, wenigstens wenn die Kerne zu gross sind, um sie mittels Menschenkraft allein fortzuschaffen. An beiden Enden der Kernspindel ragen, wie immer, die Zapfen hervor, welche sie auf der Kerndrehbank führen. Man hebt die benutzte Kernspindel, wie oben erwähnt, aus, befreit sie vom Lehm und der Strohumhüllung und senkt sie, mit dem unten hängenden Zapfen in eine Art Spurlager, welches an der Kerndrehbank um ein paar Schildzapfen drehbar gelagert ist. Der obere Zapfen der Kernspindel ist als Halszapfen ausgebildet, sein Lager bleibt an ihm; es ist mit zwei Schildzapfen versehen, um welche der zum Eingreifen des Krahnhakens dienende Bügel sich dreht. Ist nun der untere Zapfen in das erwähnte Spurlager gesenkt, so bedarf es nur einer entsprechenden Seitwärts- und Abwärtsbewegung des Krahnhakens, um die Spindel allmählich in die wagerechte Lage auf die Kerndrehbank zu legen. Das bisher obere Lager hat sich in eine Doppelgabel vor die Spindel der Kerndrehbank gelegt, ein Mitnehmer ist bald angelegt, so dass die Strohbewicklung wie das Auflegen des Lehms sofort beginnen kann. Nun befindet sich das w. o. genannte Spurlager, wie das das Halslager tragende Gabelpaar in Wirklichkeit auf einem Wagen, welcher vor den Spindelstock geschoben wird, und nur so lange dort bleibt, wie die Spindel gedreht werden soll; ist der Kern fertig, so führt man ihn mittels des Wagens durch die Trockenkammer, dann zur Vollendung vor einen zweiten Spindelstock, worauf er mit dem auf Schienen laufenden Wagen dahin geführt wird, wo der Kern, behufs Einsenkens in die Form, von dem Krahn in Empfang genommen wird. So ist möglich, die Kernspindel innerhalb 24 Stunden zu zwei Abgüssen zu benutzen; ein Formkasten liefert in derselben Zeit oft vier tadellose Abgüsse.

Es ist die Arbeitsfolge für die Herstellung des Formmantels und das Giessen der Röhren auch in der Weise zu benutzen, wie hinsichtlich Erzeugung der Kerne soeben beschrieben: die Formkasten wandern von einer Arbeitsstelle zur andern und kehren schliesslich zum Ausgangspunkte zurück.[2]) Der Form sind nun die unvermeidlichen Erschütterungen, die durch das Fortbewegen derselben auf Wagen entstehen, nicht förderlich. Es erscheint das von der Hannoverschen Eisengiesserei gewählte Verfahren, nach welchem die Formkasten am Rande einer um eine senkrechte Spindel sich drehenden Scheibe angebracht sind, vorteilhafter.

2) Die betreffenden Einrichtungen, bezw. Verfahren bezwecken eine Ersparnis an Modellkosten.

---

[1]) Über das Formen der Flanschenröhren vergl. D. p. J. 1883, **250**, 338 m. Abb.

[2]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate, 1864, S. 344 m. Abb.

Hierher gehört zunächst das w. o. (S. 102) bereits erörterte Formen mittels Lehren.[1]) Auch die gesamte Lehmformerei fällt unter die obige Überschrift.

Einer besonderen Erörterung bedürfen die sogenannten

a. Räderformmaschinen.[2]) Man hat bereits früher Einrichtungen erdacht, um einesteils die bedeutenden Kosten eines guten Zahnradmodelles zu mindern, andernteils einen höheren Genauigkeitsgrad zu erzielen, als die Benutzung hölzerner Modelle gewährt.

Von denselben wird folgende noch zuweilen benutzt. Man schneidet mittels einer Lehre die Gestalt des Radkranzes, einschliesslich des Raumes, welchen die Zähne einnehmen, in dem Sand des Unterkastens, bezw. der Hüttensohle aus. Vorher waren rings um die Form kurze Bretter in den Sand getrieben, welche die erstere fassdaubenartig umgeben und deren obere Stirnseiten zur Einteilung des Rades dienen, vielleicht nachdem sie mit Papier beklebt sind. Man steckt nun auf die Spindel, welche zum Ausschneiden der rohen Form benutzt wurde, einen Stab, legt das äussere Ende desselben schrittweise an die einzelnen Teilpunkte und dämmt entweder hiernach, unter Zuhilfenahme eines Modelles, die einzelnen Zahnlücken auf, oder setzt die Zahnlücken ausfüllenden Kerne ein. Der Oberkasten wird mittels Lehre ausgebildet — weshalb dem Rade eine, durch im Kreise bewegte Lehre zu erzeugende Gestalt gegeben wird — die Arme mittels Lehren (I, 264) oder Kernstücken geformt.

Lange vor dem Bekanntwerden dieses Verfahrens wurde J. G. Hofmann ein ähnliches, aber besser durchgebildetes patentiert.[3]) Die betreffende Einrichtung kann, wenn sie auch einfach ist, schon den Anspruch auf den Namen Maschine machen; jedenfalls sind sämtliche später bekannt gewordenen Räderformmaschinen als Nachbildungen der Hofmann'schen zu bezeichnen.

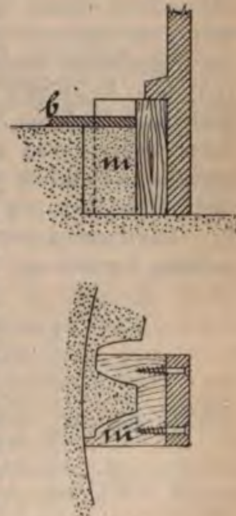


Fig. 16.

Hofmann errichtet auf der Hüttensohle eine Spindel, welche zunächst zum Ausschneiden der rohen Radform und des Raumes für die Zähne, einschliesslich eines kleinen Überschusses dient. Mit ihr ist eine Teilscheibe (I, 683) fest verbunden, nach welcher der wagerechte Arm, der die Lage der einzelnen Zahnlücken bestimmt, eingestellt wird. An diesem schrittweise weiter zu rückenden Arm befindet sich die senkrechte Führung für einen Schlitten, an dessen unterem Ende das durch Fig. 16 dargestellte Modell *m* einer Zahnlücke sich befindet. Man senkt dieses Modell bis auf den Boden der durch Ausschneiden gebildeten Form, füllt die Lücke mittels der Hand, bezw. Handwerkzeugen, legt sodann ein in den Querschnitt des Modelles sich genau anschmiegendes Brett-

---

[1]) Prakt. Masch.-Constr. 1878, S. 334 m. Abb.; 1880, S. 11 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1856, **141**, 23; 1882, **246**, 167.
Z. d. V. d. I. 1874, S. 759; 1879, S. 99.
[3]) Preuss. Pat. vom 11. Okt. 1839.

chen *b* und zieht, während letzteres mittels der linken Hand festgehalten wird, das Modell empor. Es findet hier also das S. 123 erörterte Stützen der Sandränder behufs Schutzes gegen Ausbröckeln derselben statt. Der die Führung für das Modell tragende wagerechte Arm wird hierauf, mit Hilfe der Teilscheibe, um genau eine Zahnteilung weiter bewegt, das Modell niedergesenkt und eine neue Zahnlücke ausgefüllt u. s. w.

Oben wurde erwähnt, dass man den Hohlraum im Sande weiter ausschneide, als der Raumbedarf für die Zähne bedinge. Das geschieht aus folgendem Grunde. Die Wandung des mittels der Lehre ausgeschnittenen Hohlraumes ist ziemlich glatt. Würde man nur die Zahnlücken einfügen, so würden dieselben wenig Halt finden. Indem ausser den Zahnlücken noch ein Sandring aufgestampft wird, treten die einzelnen zum Ausfüllen der Zahnlücken dienenden Sandkörper miteinander in Verbindung und stützen sich so gegenseitig. Um nun zu verhüten, dass der Sand während des Aufstampfens teilweise seitwärts am Zahnlückenmodell hervorquillt und die Form verunreinigt, ist eine Leiste angebracht, welche bis an die durch Ausschneiden gebildete Formwand reicht.

Die Formen der Zähne, welche auf diesem Wege gewonnen werden, können zunächst viel genauer hergestellt werden, als bei Benutzung ganzer Rädermodelle, weil naturgemäss der Ausbildung einer einzelnen Zahnlücke weit mehr Sorgfalt gewidmet wird, als derjenigen einer ganzen Reihe solcher Zahnlücken, weil man ferner teureres hartes Holz oder nötigenfalls Metall für sie verwenden kann. Die Teilung der Zähne fällt aber genauer aus, weil sie nicht allein unabhängig ist von den unvermeidlichen Fehlern der Modelltischlerei, sondern vor allen Dingen von dem Arbeiten des, verschieden feuchter Umgebung ausgesetzten Modelles. Es fallen demnach die in derartigen Formen gegossenen Zahnräder ebenso genau aus, wie diejenigen, welche durch nachträgliche Bearbeitung, vielleicht mittels Fräsmaschine berichtigt (justiert) worden sind. Die Ersparnis an Modellkosten liegt auf der Hand.

Das Formen der Kegelräder verläuft wie das bisher allein ins Auge gefasste Formen der Stirnräder.

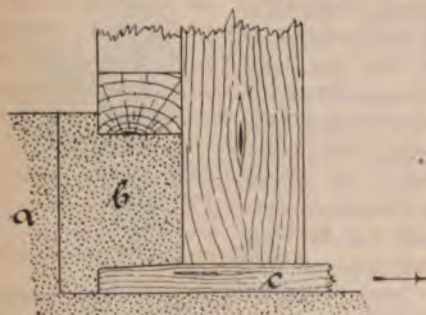


Fig. 17.

Die Räder für Holzverzahnung kann man einformen, indem man die in Rede stehende Maschine zur Gewinnung der genauen Lage der die Kammlöcher aussparenden Kerne benutzt, welche im übrigen ebenso eingelegt werden, wie andere Kerne. Rascher führt folgendes Verfahren zum Ziel. In Fig. 17 bezeichnet *a* den Rand der durch Ausschneiden mittels der Lehre gewonnenen Form, *b* den Sand, welcher ein Kammloch des Radkranzes aussparen soll. Das Modell ist so ausgebildet, dass es nur denjenigen Teil der Form zur Füllung mit Sand freilässt, welcher nicht von dem einzugiessenden Eisen ausgefüllt werden soll. Der letztere befindet sich teil-

weise unter dem einzufüllenden Sand; man hat daher den Modellteil *c* wagerecht verschiebbar angeordnet, und zieht denselben nach dem Aufstampfen nach rechts — in bezug auf die Figur — zurück, bevor das Modell senkrecht nach oben gezogen wird.[1]

Es gewährt das vorliegende Verfahren auch die Möglichkeit, Wurmräder und Räder mit geknickten Zähnen ohne weiteres einzuformen. *b*, Fig. 18, bezeichnet das Modell einer Zahnlücke eines Wurmrades. Es ist an dem Schlitten *a* befestigt, welcher an dem in gewöhnlicher Weise am Arm der Formmaschine senkrecht verschiebbaren Schlitten wagerecht verschoben werden kann. Man füllt die Zahnlücke wie gewöhnlich, bewegt sodann das Modell zunächst in wagerechter Richtung zurück und rückt es sodann um eine Teilung weiter, um, sobald das Modell wieder entsprechend vorgeschoben ist, die folgende Zahnlücke auszufüllen.

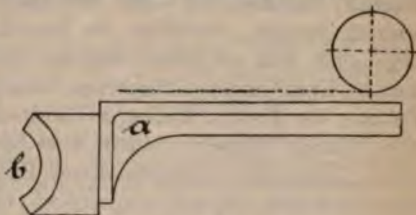


Fig. 18.

Die bauliche Durchbildung der Hofmann'schen Räderformmaschine hat in erster Linie Scott gefördert.[2]

Derselbe befestigt die Spindel mittels deren zugespitzten Zapfens in einer im Boden der Hüttensohle gut gelagerten eisernen Platte, verschiebt den wagerechten, den Modellschlitten führenden Arm längs gut ausgebildeter Führungen und verwendet — statt der Teilscheibe — ein auf der Spindel festsitzendes Wurmrad, dessen Wurm mittels der, Scott eigentümlichen Vorrichtung[3]) ruckweise gedreht wird.

Grosse Räder verlangen eine grosse Ausladung für den wagerechten Arm, an welchem der Modellschlitten sich führt. Es treten infolgedessen verhältnismässig leicht Durchbiegungen des Armes und namentlich der Spindel ein, die selbstverständlich die Genauigkeit der Form schädigen.

Seitens der Duisburger Maschinenfabrik ist folgende Anordnung getroffen.[4] Statt einer Spindel dient eine weite Trommel, welche auf einer im Boden befestigten gleichweiten Trommel sitzt, zum Tragen der Führung des wagerechten Armes. Der Modellschlitten kann sowohl innerhalb als auch ausserhalb der Trommel verwendet werden, man vermag sonach innerhalb weiter Grenzen beliebig grosse Räder, sofern deren Durchmesser nicht in der Nähe der Trommeldurchmesser liegt, mittels dieser Maschine zu formen, ohne solche Fehler befürchten zu müssen, welche von elastischen Verbiegungen der Maschine herrühren.

Otto Gruson[5] verwendet seit 1871 Formmaschinen, deren hohle

[1] Z. d. V. d. I. 1886, S. 451 m. Abb.
[2] Z. d. österr. Ingen. u. Arch. Ver. 1869, S. 93 m. Abb.
D. p. J. 1869, **194**, 292 m. Abb.
[3] D. p. J. 1877, **225**, 330 m. Schaubild.
Prakt. Masch.-Constr. 1880, S. 191 m. Abb.
[4] D. p. J. 1882, **246**, 169.
[5] D. p. J. 1882, **246**, 170.

Spindel über der Form befestigt ist. Der Durchmesser der Spindel kann infolgedessen beliebig gross gewählt werden, ohne dass eine Beschränkung der Anwendungsfähigkeit der Maschine für kleine Räder in Frage kommt. Die Gruson'sche Maschine leidet auch, da sie über dem Sande sich befindet, nur durch aufgewirbelten Staub, nicht aber durch auf sie fallenden Sand. Man muss aber das Einformen in besonderen Kästen vornehmen, um die Maschine für eine zweite Einformung verfügbar zu machen, nachdem die erste vollzogen ist. (Die vorher beschriebenen Maschinen werden, nachdem die Zahnlücken eines Rades eingeformt sind, abgehoben und an einem anderen Orte der Giesserei in Betrieb genommen.) Zwei neuere Maschinen verzichten von vornherein auf die Herstellung der Formen kleinerer Räder und tragen deshalb den wagerechten Arm mittels kräftiger, ziemlich weiter, auf Grundbauten befestigter Körper.[1]) Nach dem Abheben dieser Hohlkörper nebst den Maschinen kann eine schwache Spindel eingesteckt werden, die zum Ausschneiden der Radnabenform dient. Namentlich die Maschine von Briegleb, Hansen & Co. enthält manche bemerkenswerte Einzelheiten.

Um das Jahr 1856 ist eine Maschine Jackson's bekannt geworden,[2]) welche einer neuen Reihe der Räderformmaschinen Bahn gebrochen hat.

Jackson stellt den Formkasten — ein solcher ist hier unentbehrlich — auf eine ebene um ihre senkrechte Achse drehbare Scheibe, und zwar gleichachsig mit dieser. Mit der Scheibe ist die Teilvorrichtung (Wurmrad mit Wurm und Wechselräder, vergl. I, 685) verbunden, so dass ausser der Drehbewegung für das Ausschneiden der rohen Form auch die schrittweise Drehung für die Zahnlückenfolge durch diese Scheibe herbeigeführt wird. Das Zahnlückenmodell wird, wie immer, mittels eines senkrecht verschiebbaren Schlittens gehoben und gesenkt; die Führung des letzteren ist aber am Bett der Maschine wagerecht verschiebbar, so dass der gewünschte Abstand des Modelles von der Achse der Scheibe, der Halbmesser des Rades, gewonnen werden kann.

Eine Räderformmaschine Whittackers[3]) enthält keinen Fortschritt gegenüber der Jackson'schen, wohl aber enthalten die seit mehreren Jahren von Briegleb, Hansen & Co. ausgeführten, verwandten Formmaschinen nennenswerte Vervollkommungen.

Insbesondere ist die wagerechte Scheibe nicht, wie bei Jackson, mit einer Spindel versehen, sondern ihre Drehbarkeit wird in ähnlicher Weise vermittelt, wie bei Stoss- und Fräsmaschinen gebräuchlich. Dadurch baut sich Scheibe nebst Führung in so geringer Höhe auf, dass man die untere Platte auf einem kräftigen Bett wagerecht zu verschieben einrichten kann, also die Modellschlittenführung ohne wagerechte Verschieblichkeit einzuordnen vermag.

Zum Ausschneiden der rohen Form genügt eine einfache, verhältnismässig dünne Spindel, an welcher die betreffenden Lehren sich drehen. Man pflegt daher, wenn das Einformen in Kästen stattfindet, das Ausschneiden der Form nicht in der eigentlichen Räderformmaschine, sondern an einem anderen Orte auszuführen. Es muss deshalb Vorsorge

---

[1]) Buckley & Taylor: Revue industr. 1884, S. 315 m. Abb.
Briegleb, Hansen & Co.: D. p. J. 1885, **255**, 321 m. Abb.

[2]) Wieck's Gewerbezeitung 1856, S. 346 m. Abb.

[3]) Prakt. Masch.-Constr. 1879, S. 166 m. Abb.

getroffen werden, dass die ausgeschnittene Form leicht und sicher gleichachsig in bezw. unter die Formmaschine gestellt werden kann. Zu dem Ende sind die Formkastenränder abgedreht, um ohne weiteres die wagerechte Lage durch Niedersetzen der Formkasten auf die erwähnte Scheibe zu gewinnen. Die Formkasten versieht man ausserdem einseitig mit einem Kreuz, in dessen Mitte ein Loch gebohrt ist. Dieses Loch dient dazu, um unter Benutzung eines Dornes die richtige Lage gegenüber der ersten Spindel und demnächst gegenüber der Formmaschinenscheibe zu gewinnen.

Die immerhin hiermit verbundene Umständlichkeit, der sich eine leicht ersichtliche Fehlerquelle anschliesst, hat die Bochumer Eisenhütte durch ihre Räderformmaschine glücklich vermieden.[1])

Auf einem festen Bett sind zwei Platten drehbar angebracht, auch mit Teilvorrichtung versehen. Zwischen ihnen ist eine Säule errichtet, um welche sich der den senkrecht verschiebbaren Modellschlitten führende wagerechte Arm drehen lässt. In jeder Platte befindet sich ein verjüngt gebohrtes Loch zur Aufnahme der Spindel, welche dem Ausschneiden der rohen Form dient. Nachdem diese zur Aufnahme der Zahnlückenfüllungen vorgerichtet ist, dreht man den erwähnten Arm über die Platte, bezw. den auf ihr stehenden Formkasten, und zwar so, dass das Modell in richtige Entfernung zur Achse der Form zu stehen kommt, und formt die Zahnlücken in gewöhnlicher Weise. Während dieser Zeit wird auf der zweiten Scheibe eine zweite Form vorbereitet, u. s. f.

Es sei noch bemerkt, dass die gesamte Anordnung der Maschine günstig ist für den Schutz der Gleitflächen vor den Beschädigungen, die der Giessereistaub herbeiführt.

Bei der Maschinenformerei für Zahnräder — wie auch derjenigen für Riemenrollen, welche einer besonderen Erörterung nicht bedarf — ist gebräuchlich, die Deckelform lediglich durch Ausschneiden zu gestalten, so dass sie nur gleichachsig auf den Hauptteil der Form, den Unterkasten, zu legen ist. Das bedingt eine gewisse Gestalt des Rades, bezw. der Riemrolle. Es eignet sich nun die Bildung der Arme und Nabe durch Kernstücke besonders für die Anwendung einer einfachen Drehfläche als Gestalt der Deckelform: die Kernstücke haben sich nur dieser Fläche in geeigneter Weise anzuschliessen. Verwendet man aber Kernstücke zu den Formteilen für Arme und Nabe, so ist man weniger beschränkt in der Wahl der Querschnitte der letzteren, als bei der einfachen Handformerei. Man bedient sich zur Anfertigung der Kernstücke eines Kernkastens, welcher eine Armteilung umfasst, und richtet denselben im übrigen so ein, dass man hervorragende Rippen abzunehmen, Armmodelle nach innen (in bezug auf die demnächstige Lage des Kernstückes gegenüber der Gesamtform) herauszuziehen vermag. So kann man, ohne Schwierigkeit, ausser den kreuzförmigen und länglich runden Armquerschnitten I förmige anwenden, auch zwei oder mehrere Armkreuze in verschiedene Ebenen nebeneinander legen.

b. Eine zweite Gruppe der Formereieinrichtungen, welche bestimmt sind, an Modellkosten zu sparen, findet Verwendung in der Röhrengiesserei. Man formt kurze Trommeln, deren Weite dem äusseren Durch-

[1]) Z. d. V. d. I. 1887, S. 824 m. Abb.

messer entsprechen, in magerem oder fettem Sande, das hierzu erforderliche kurze Modell in der Achsenrichtung herausziehend, und baut nach dem Trocknen dieser Stücke die Form aus mehreren derselben und dem Kerne zusammen.[1]) Es wird dasselbe insbesondere auch dann angewendet, wenn die Röhren (für Heizungszwecke) aussen mit Längsrippen versehen sein sollen.

F. Das Giessen.

Bei den bisherigen Erörterungen bot sich wiederholt Gelegenheit, der Gesichtspunkte zu gedenken, welche für das Giessen im engeren Sinne des Wortes in Frage kommen. Behufs Gewinnung einer besseren Übersicht, als die zerstreute Wiedergabe gewährt, teils auch zur Ergänzung des bereits Gesagten möge folgendes hier angeführt werden.

Das Eisen ist mehr oder weniger mit Schlacke behaftet, welche als Schaum seine Oberfläche bedeckt. Diese Schlacke soll natürlich nicht mit in die Form gelangen. Man beseitigt sie aus dem Giessgefäss durch Abschäumen, hält sie beim Giessen durch Vorhalten eines hierfür geeigneten Gegenstandes, Abwehren, oder durch besondere Einrichtung (I, 280) in dem Giessgefäss zurück, oder hindert doch ihr Eintreten in die eigentliche Form. Hierbei ist das geringere Einheitsgewicht der Schlacke gegenüber dem Eisen wirksam, indem erstere auf letzterem schwimmt. Erweitert man die Mündung der Eingussöffnung kelchartig (was auch das Treffen derselben erleichtert) und hält sie während des Giessens stets gefüllt, so gelingt im allgemeinen, die Schlacke zurückzuhalten. R. Schneider (I, 280) erleichtert das Zurückhalten des Schaumes dadurch, dass er das Eisen von dem etwas seitwärts belegenen Eingussbecken unter mehreren in den Sand gebetteten Querstäben hindurch nach dem Giessloch führt. Um eine noch höhere Sicherheit für die Reinheit des Gusses zu gewinnen, führt man das Eisen zunächst in einer besonderen Röhre nach unten, dann im wesentlichen wagerecht in den unteren Teil der Form, so dass es in dieser von unten nach oben verhältnismässig ruhig emporsteigt und die Schlacke Gelegenheit findet, auf seiner oberen Fläche sich zu sammeln. Die Form muss alsdann nach oben eine Verlängerung zur Bildung eines — nach dem Giessen zu beseitigenden — verlorenen Kopfes haben. Man sorgt dafür, dass ein Festhängen der Schlacke während ihres Aufsteigens ausgeschlossen ist, durch geeignete Abschrägung überragender Formteile. Auch wird der wagerechte Teil des Zuführungskanales wohl so an die Form gelegt, dass das emporsteigende Eisen in der (runden) Form eine um die senkrechte Achse der Form kreisende Bewegung annimmt (I, 281). Das beschriebene Steigend-Giessen verhütet auch die sogenannten Kaltgussstellen, d. h. unganze Stellen des Gusses, welche entstehen, wenn Ströme mässig warmen, matten Eisens innerhalb der Form aufeinander treffen und so rasch erstarren, dass die ihre Vorderfläche bedeckenden Oxydulhäutchen nicht mehr ausgeschieden werden können, sondern als trennende Schichten sich aneinander fügen.

[1]) D. p. J. 1881, 242, 405 m. Abb.

Man sucht im allgemeinen so kalt als möglich zu giessen, einerseits um das Schwinden zu mindern, andererseits um die vorherige Ausscheidung der vom Eisen verschluckten Gase zu fördern. Um trotzdem die Form gut auszufüllen, wird der Anbringung der Windpfeifen entsprechende Sorgfalt gewidmet, so dass die Luft das Einfliessen des Eisens nicht erschwert und ferner das Eisen durch mehrere, oft sehr zahlreiche möglichst kurze Kanäle vom Einguss aus zugeführt. Letzteres wendet man namentlich bei dünnwandigen Stücken an, ersteres bei dickeren. Dabei wird wohl der Eingussöffnung gegenüber eine offene Steigröhre angebracht, so dass die Luft vor dem Eisen frei zu entweichen vermag.

Sehr dicke Stücke sucht man vor den Folgen des Schwindens dadurch zu schützen, dass man einen ziemlich weiten Saugkopf aufsetzt und, nach stattgehabtem Giessen, eine Eisenstange durch diesen in das Gussstück schiebt und auf und nieder bewegt, um das Nachsacken zu fördern (I, 213).

Hoher Druck im Innern des Eisens mindert die Blasenbildung. Das veranlasst oft die Eingussöffnung recht hoch zu legen, natürlich auch den etwaigen Saugkopf oder die Steigröhre entsprechend zu erhöhen.

Da das Einheitsgewicht des flüssigen Gusseisens etwa 7,2 beträgt, so entspricht 1 *m* Höhe der Eisensäule dem Druck von 0,72 *kg* für 1 *qcm*. Es ist also sehr wohl möglich, auf diesem Wege erhebliche Drücke hervorzubringen.

G. Zurichten der Eisengüsse.

Die meisten Eisengüsse sind so, wie sie aus der Form kommen, fertig, nachdem nur die Angüsse oder Giesszapfen (die durch Ausfüllen des Eingusses und der Windpfeifen entstandenen Anhängsel) noch heiss abgeschlagen und deren Spuren, sowie die Gussnähte, durch Meissel und Hammer weggeschafft, mit harten gusseisernen Feilen (welche statt des sonst gebräuchlichen Feilenhiebes einfache grobe, gleich durch den Guss daran erzeugte Kerben haben) weggefeilt oder auf dem Schleifsteine oder mittels Sandstrahles (I, 400) abgeschliffen sind (Putzen). Man lässt den gröberen Gegenständen die schwarzgraue oder bläulichgraue Farbe, welche sie vom Gusse aus haben; feinere Stücke werden geschwärzt, entweder durch wiederholtes Anräuchern über Feuer von Kienholz und Reiben mit einer steifen Bürste, oder durch Bestreichen mit Leinoder Nussöl, Erhitzen bis zum Verschwinden der Flamme, und Bürsten. Man kann auch die Stücke dünn mit Leinöl bestreichen und 200 bis 250 *mm* hoch über einem Flammfeuer an einem Drahte so aufhängen, dass sie ganz in Rauch gehüllt sind, nach Verlauf einer Stunde sie bis nahe an die glühenden Kohlen des ausgebrannten Feuers herablassen, nach einer Viertelstunde in kaltes Terpentinöl tauchen und endlich abtrocknen. Auch Leinöl-Firnis, mit Kienruss und etwas Indig versetzt, wird angewendet. Manche Gegenstände werden (mit den später vorkommenden Hilfsmitteln) abgedreht, ausgebohrt, befeilt, gehobelt, überhaupt weiter bearbeitet; fein verzierte Stücke auch wohl ciseliert. Kochgefässe werden mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizt und mit Schmelz ausgekleidet oder ausgedreht, mit Sandstein ausgeschliffen und verzinnt. Stücke, welche aus mehreren Teilen bestehen, werden durch Schrauben oder durch Niete von Eisendraht zusammengesetzt.

Es ist an dieser Stelle auch des w. o. (S. 32) beschriebenen Temperns zu gedenken.

Kleinere Gegenstände (Schlossteile, Schlüssel, Scherengriffe u. a.), welche aus schmiedbarem Eisen bestehen sollen, aber ihrer Gestalt wegen schwierig zu schmieden sind, werden häufig durch Giessen gestaltet und durch Tempern erweicht.

Gut gelungene Gusswaren müssen von glatter Oberfläche, ohne Löcher, Blasen und Poren sein, feine Gussnähte und reine Kanten, sowie scharf ausge-

drückte Verzierungen haben. Geringe Dicke (wo sie nicht dem Zwecke zuwider ist) und davon abhängende Leichtigkeit, sowie möglichst geringe (doch nicht bis zur Mürbheit verminderte) Härte und genügende Festigkeit sind — falls nicht grosse Härte durch den Zweck bedingt wird — ebenfalls Vorzüge.

2. Stahlgiesserei.

Im allgemeinen wird beim Giessen des Stahles wie beim Eisenguss verfahren, nur dass man sich stets der Formen von fettem Sande oder auch wohl von Lehm bedient, welche beide von höchst feuerfester Beschaffenheit sein müssen. Es beschränkt sich aber dieser Zweig bis jetzt auf wenige Gegenstände: Walzen, Kanonen, Turmglocken (worüber näheres unter „Bronzegiesserei"), Schalenglocken, Radkränze für Eisenbahnwagen und ganze Scheibenräder, Zahnradkränze und andere grosse Sachen, bei welchen die bedeutende Festigkeit des sogenannten Maschinengussstahles (S. 37, 39) zur Geltung kommt. Das Giessen von Gegenständen, an welchen Teile von sehr verschiedener und namentlich auch von geringer Dicke sich befinden, bietet Schwierigkeiten dar durch das ungleich schnelle Erkalten, welches leicht Sprünge oder Blasen zur Folge hat.

Grössere Schwierigkeiten erwachsen aus der Neigung des Stahles, im geschmolzenen Zustande erheblichere Gasmengen zu verschlucken (vergl. S. 31). Das Schmelzen des Stahles im Tiegel wie auch im Flammofen bietet reichliche Gelegenheit zur Gasentwicklung;[1]) so ist man der Aufgabe, blasenfreie Stahlgüsse zu liefern, noch nicht allgemein gewachsen. Manche Werke, welche grosse Erfolge erzielt haben, halten ihre Verfahren streng geheim.

Vielleicht ist der Mitis-Guss[2]) geeignet, die vorliegenden Schwierigkeiten zu lösen.

Unter diesem Namen versteht man eine Legierung kohlenstoffarmen Eisens mit 0,1 bis 0,5 % Aluminium, welche sich durch Dünnflüssigkeit und dadurch auszeichnen soll, dass die Gussstücke dicht ausfallen.

Wenn der Inhalt eines Schmelztiegels (25 bis 30 *kg* Stahl) zu dem beabsichtigten Gussstücke nicht ausreicht, entleert man zuerst zwei oder mehrere Tiegel in einen grösseren voraus glühend gemachten Hafen und giesst aus diesem. Ist ein solcher Hafen zu gross zum Heben, so steht er unbeweglich über der Giessform (welche in der Erde versenkt ist), hat aber ein Loch im Boden, aus welchem nach dem Einfüllen des Stahles der dasselbe verschliessende Pfropf mittels seines langen Stieles ausgezogen wird, so dass der flüssige Stahl in die Form laufen kann. Vielfach schmilzt man den zu giessenden Stahl in Flammöfen mit Gasfeuerung (I, 172).

Grosse Ambosse können so gegossen werden, dass ihre Arbeitsfläche (Bahn) aus Stahl, der übrige Körper aus Gusseisen besteht, indem man sie — die Bahn unten — in Sand formt, den Boden der Form durch eine Eisenplatte bildet, beim Giessen zuerst nur Stahl, dann kurze Zeit Stahl und Gusseisen zu-

[1]) Stahl und Eisen, 1886, S. 695; D. p. J. 1887, **266**, 307.
[2]) D. p. J. 1887, **266**, 306; 1888, **267**, 397.

gleich, schliesslich aber nur Gusseisen einlaufen lässt. — Zur Herstellung von Bremsklötzen für Eisenbahnwagen ist mit Vorteil eine Legierung von Gusseisen und Gussstahl (letzterer bis zu 50%) angewendet worden („Stahlguss"). — Gewöhnlich werden die grossen, sehr bedeutender Festigkeit bedürftigen Gegenstände (Kanonen, Wellen u. s. w.) nicht unmittelbar durch Guss dargestellt, sondern erhalten ihre völlige Gestalt erst durch Nachschmieden (die Radkränze durch Walzen), wodurch der Stoff an Dichtheit und Festigkeit gewinnt.

3. Messinggiesserei.[1])

Es soll in diesem Abschnitte das Giessen des Messings (Gelbgiesserei), des Tombaks (Rotgiesserei) und des Neusilbers zusammengefasst werden, weil diese drei Metallmischungen beim Gusse durchaus einerlei Behandlung unterliegen.

Die einzigen Formstoffe, welche hier gebraucht werden, sind Sand und Lehm. Der Sand ist in der Regel fetter (stark thonhaltiger) Sand, und die Formen werden daher getrocknet. In magerem (nassem) Sande wird nur von einzelnen Giessern hin und wieder gegossen; der alsdann angewendete Sand muss grobkörnig sein und darf nur lose geformt (nicht stark zusammengepresst) werden, daher taugt das Verfahren nur zum Guss grober schlichter Gegenstände. Die Lehmformerei wird wegen ihrer grössern Kostspieligkeit nicht häufig und fast nur dann angewendet, wenn bei grösseren Gegenständen, die ein einziges Mal abgegossen werden sollen, die Herstellung eines Modelles sich nicht lohnen würde. Übrigens kommen grosse Stücke in der Messinggiesserei selten vor, weil man sie meist ebenso brauchbar und stets mit grosser Kostenersparung in Gusseisen ausführen kann: die Walzen zum Kattundrucke und die Stiefel zu Feuerspritzen, Schiffsbestandteile sind fast die einzigen, welche angeführt werden können. Doch bestehen sehr oft einzelne Teile der Sandformen (insbesondere die Kerne bei hohlen Gegenständen) aus gebranntem Lehm.

A. Sandguss.

Der Formsand muss fein und gut bindend sein; die losen Klumpen, in welchen er zum Teil gegraben wird, zerstösst man, worauf der Sand gesiebt und mit Kohle (bis zu ein Viertel, selbst ein Drittel seines Raumes) gemengt, zum Gebrauch aber mässig angefeuchtet und durchgeknetet wird (das Anmachen). Die Kohle ist gewöhnlich nicht Holzkohlenstaub, sondern Kienruss, welcher durch seine Fettigkeit und Lockerheit weniger die Bindekraft des Sandes beeinträchtigt. Sand von geringer Fettigkeit verträgt keinen Kohlenzusatz, wird dagegen wohl eher mit ein wenig Roggenmehl vermengt, um mehr Bindekraft zu erlangen. Zum Anfeuchten wählt man statt reinen Wassers lieber eine etwas klebrige Flüssigkeit, z. B. Bier, Bierhefe oder eine Mischung aus Wasser und braunem Zuckersirup. Sand von alten ausgegossenen Formen kann nur in Vermengung mit frischem wieder angewendet werden.

[1]) Prechtl, Technol. Encyklopädie, 1838, Bd. IX, S. 587 m. Abb.

Die Modelle sind von Holz, besser von einer Mischung aus Zinn und Blei, von Hartblei (S. 57), Zink oder von Messing. Gegenstände, welche wegen ihrer Gestalt sich nicht im ganzen giessen lassen, werden in Teilen geformt, gegossen und dann zusammengelötet.

Das Einformen stimmt im wesentlichen mit der Kastenformerei für den Eisenguss überein; die Behältnisse für den Sand (Flaschen, Formflaschen, Giessflaschen) sind messingene, gusseiserne, schmiedeiserne oder hölzerne, länglich viereckige Rahmen, meist von 30 bis 75 *cm* Länge, 15 bis 45 *cm* Breite, 8 bis 10 *cm* Höhe und 6 bis 25 *mm* Wandstärke, deren gewöhnlich zwei (drei nur in seltenen Fällen) aufeinander gesetzt werden. Eiserne Haken an den Aussenseiten des einen Teiles greifen in Ringe an dem andern Teile ein, und sichern die richtige Stellung und Verbindung beider. Damit die Sandmasse in der Flasche festhält, sind die Wände auf der innern Fläche ausgehöhlt oder auch nur einfach abgeschrägt. An einer schmalen Seite sind 1, 2 oder 3 Öffnungen für Gusslöcher (zur Hälfte in jedem der beiden Teile) angebracht; von diesen Löchern aus werden Rinnen im Sande ausgeschnitten, welche nach den Formhöhlungen hinführen. Man formt nämlich, bei der geringen Grösse der Gussstücke, fast immer mehrere derselben nebeneinander in einer Flasche. Sehr oft wird dann vom Giessloche aus eine Hauptrinne angelegt, von welcher seitwärts Zweige in die einzelnen Formen gehen. Hierbei ist zu bemerken, dass die Seitenzweige gegen das Giessloch zurück schräg laufen sollen, damit die dem Giessloch näher liegenden Formen nicht eher sich füllen, als bis die entfernteren voll sind, um eine Zersplitterung des Messings und dadurch bewirkte schnelle Abkühlung desselben zu vermeiden. Das Eindrücken des Sandes in die Flasche geschieht teils mit den Händen und durch Stampfen mit einem Holze, teils durch Darüberrollen einer Kanonenkugel, in grossen Giessereien wohl mit Hilfe der Formmaschinen (S. 121).

Eine zulässige Sparsamkeit ist es, nur zunächst um das Modell fein zubereiteten Sand in einer dünnen Lage einzuformen, den übrigen Raum der Flasche aber mit gröberem zu füllen. Das Zusammenkleben der beiden Sandmassen, welche in den zwei Teilen der Flasche enthalten sind, verhindert man durch Bepudern der Scheidungsfläche mit feinem Kohlenstaub. Fertig geformte Flaschen werden, nachdem die Modelle herausgenommen sind, am Feuer getrocknet, bis der Sand beim Kratzen mit dem Fingernagel rauscht, wieder zusammengesetzt, und zwischen Brettern in eine Formpresse (einen hölzernen Rahmen mit zwei Schrauben oder einem Keile) gebracht, wo man sie fest zusammenspannt. Die Formpresse nimmt gewöhnlich mehrere aufeinander gelegte Flaschen zugleich auf. Sie wird in geneigter Lage hingesetzt, so dass die Gusslöcher der Flaschen nach oben gekehrt sind; das Eingiessen geschieht unmittelbar aus dem Schmelztiegel.

Das Schmelzen des Messings verrichtet man in einem (gewöhnlich 12 bis 15 *kg* fassenden) Graphittiegel, der auf dem Roste eines gemauerten Windofens (I, 192) steht und ganz mit Holzkohlen, Steinkohlen oder Koke und Torf umgeben wird. Der Regel nach setzen die Giesser ihr Messing selbst zusammen und vergiessen es unmittelbar, dabei wird altes Messing und verschiedener Messingabfall gelegentlich mit eingeschmolzen; dass zum Giessereibetrieb fertiges neues Messing umgeschmolzen wird, kommt seltener vor.

Das Messing zieht sich beim Festwerden und Erkalten bedeutend zusammen (schwindet stark); und wenn dünne Stellen an einem Gussstücke vorhanden sind, so können diese abreissen, wenn der Sand der Zusammenziehung Widerstand leistet. So z. B. reisst ein Ring an wenigstens einer Stelle seiner Peripherie; bei einem Rade mit dünnen Speichen reisst wenigstens eine dieser letzteren an ihrer dünnsten Stelle,

wenn man nicht schnell nach geschehenem Gusse, während das Stück noch glüht, die Flasche öffnet und den Sand dort, wo er sich dem Zusammenziehen entgegensetzt (an dem innern Umfange des Ringes oder Randkranzes) wegräumt.

Der Anguss, Giesszapfen, Giesskopf (das durch Ausfüllen des Giessloches und der Giessrinne mit dem Gussstücke verbundene Metall) wird nach dem Erkalten mit der Säge abgeschnitten. Die Messinggüsse müssen fast ohne Ausnahme durch Befeilen, Abdrehen u. s. w. noch weiter ausgearbeitet werden, da sie nie weder eine glatte Oberfläche und scharfe Kanten haben, noch auch die reine gelbe (vielmehr eine angelaufene, matt rötliche oder bunte) Farbe zeigen.

In manchen Fällen sind Bestandteile von Eisen oder Stahl mit Messing durch den Guss zu verbinden. So werden oft die Zeichenfedern der Reisszeuge mit ihren Stielen, messingene Zirkel mit ihren stählernen Spitzen dadurch verbunden, dass man das Messing um den Stahl herumgiesst (statt letztern in das Messing einzulöten); Thür- und Fensterknöpfe giesst man auf ihren eisernen Schaft, messingene Knöpfe oder Haken auf geschmiedete eiserne Nägel oder eiserne Schrauben, u. dgl. m. In solchen Fällen werden die Modelle für den Guss wie gewöhnlich eingeformt; die Eisen- oder Stahlteile aber legt man dergestalt in den Sand, dass sie so weit in die Höhlung reichen, als sie vom Messing umgeben werden müssen. Um ihre richtige Lage ohne Schwierigkeit zu erreichen, giebt man dem Modelle eine Verlängerung von gleicher Gestalt, welche die nötige Vertiefung im Sande ausspart. Grössere Massen von Messing um dicke Eisenstücke herum zu giessen, gelingt nicht leicht, weil das Messing bei seinem Bestreben, sich im Erkalten zusammenzuziehen, durch das Eisen gehindert wird, und daher zerreisst. Man muss wenigstens das Eisen unmittelbar vor dem Gusse heiss in die Form legen, damit es sich ebenfalls zusammenzieht.

Zur Herstellung kleiner Gussstücke, an deren Dichtheit man besondere Anforderungen stellt, ist eine Giessmaschine in Gebrauch gekommen, bei welcher das Metall unter starkem Druck in die (aus gebranntem Thon hergestellte) Form eingeführt wird.[1])

B. Lehmguss.

Der Lehm wird zum Messingguss ebenso zubereitet, wie für die Eisengiesserei (S. 117). Auch das Verfahren beim Formen und bei der Vollendung der Formen für den Guss ist wie dort.

Messinggusswaren überhaupt müssen so glatt und rein und so gut ausgegossen als möglich sein, wenngleich das Messing niemals ebenso scharfe Güsse liefern kann, als das Eisen; die Gussnähte sollen nicht zu grob, und ausgeflossene Teile, welche eine beschädigte Form anzeigen, dürfen nicht vorhanden sein; endlich muss das Metall dicht, ohne sichtbare Poren und ohne eingemengte Oxyd- oder Schlackenteile sein. Weisse Flecken, welche eine ungleiche Vermischung des Zinkes mit dem Kupfer, oder ausgeschiedenes Blei beurkunden, sind ein sehr arger Fehler, der ohne die grösste Nachlässigkeit beim Zusammenschmelzen und Umrühren des Metalles nicht vorkommen kann.

---

[1]) D. p. J. 1870, **198**, 201 m. Abb.

4. Bronzegiesserei.

Die Bronze wird gleich dem Messing entweder in fettem (ausnahmsweise in magerem) Sande oder in Lehm gegossen. Die Zubereitung der Formen und alles übrige stimmt mit dem Verfahren und Mitteln, die für die Messinggiesserei, bezw. Eisengiesserei gebräuchlich sind, überein. Es sollen deshalb, um Wiederholungen zu vermeiden, hier nur einige der Bronzegiesserei fast ausschliesslich angehörende Formverfahren beschrieben werden.

1) Grosse Glocken (Turmglocken)[1]. Man formt dieselben jederzeit in Lehm, wegen der grösseren Festigkeit dieses Stoffes, verglichen mit selbst fettem Sande. Die Herstellung der Form stimmt in den Hauptpunkten ganz mit dem Formen grosser Kessel für den Eisenguss überein (S. 117); der Glockengiesser hat aber bei der Verfertigung seiner Drehbretter auf die eingeführten und durch die Erfahrung bewährten Verhältnisse der Abmessungen Rücksicht zu nehmen.

Die Grösse einer Glocke bestimmt ihren Ton, der desto höher, je kleiner die Glocke ist; die Verhältnisse der einzelnen Abmessungen untereinander stimmen bei gut ausgeführten Glocken gewöhnlich bis auf geringe Abweichungen überein. Den grössten Durchmesser besitzt die Glocke an ihrer Mündung, und die grösste Metallstärke an dem Schlage oder Kranze, d. i. an jenem Umkreise, gegen welchen der eiserne Klöppel, Schwengel beim Läuten schlägt. Die Dicke am Schlage pflegt in der grössten Weite 15 mal und in der Höhe 12 mal enthalten zu sein. Die Metalldicke und der Durchmesser nimmt vom Schlage bis zur halben Höhe ab; in der obern Hälfte der Glocke beträgt die Metallstärke nur ein Drittel des Schlages, und die Weite nur die Hälfte der Weite an der Mündung. Das oberste geschlossene Ende der Glocke heisst die Haube oder die Platte; darauf stehen die mit der Glocke aus einem Ganzen gegossenen Henkel (die Krone), woran die Glocke gehängt wird. Die Glocken eines vierstimmigen Geläutes geben den Grundton, die Terz, Quinte und Octav an; ihre Durchmesser verhalten sich wie die Zahlen 2, $1^3/_5$, $1^1/_3$, 1; ihre Gewichte nahe wie 8, $4^1/_{10}$, $2^4/_{10}$, 1. Man findet sehr nahe das Gewicht einer in mittlerer Stärke angefertigten bronzenen Glocke in Kilogrammen, wenn man ihren in Centimetern ausgedrückten Durchmesser (am äussersten Rande genommen) zur dritten Potenz erhebt und mit 0,00057 multipliziert; umgekehrt den Durchmesser in Centimetern, wenn man das Gewicht in Kilogrammen durch 0,00057 dividiert und aus dem Quotienten die Kubikwurzel zieht.

Man legt die Glockenformen in der dicht vor dem Schmelzofen befindlichen Dammgrube an, welche tief genug sein muss, damit die fertige Form nicht aus derselben hervorragt. Die Mündung der Glocke ist beim Formen und Giessen nach unten gekehrt. Auf der für den Mittelpunkt der Form bestimmten Stelle wird ein Pfahl eingeschlagen; rund um diesen führt man zuerst ein ringförmiges Grundmauerwerk und darüber den hohlen ebenfalls gemauerten Kern auf, der nur äusserlich mit Lehm bekleidet wird. Auf ein quer über den Pfahl gelegtes und in den Kern vermauertes Eisen (Grenzeisen) stützt man eine senkrechte eiserne Spindel, deren oberes Ende in einem wagerecht über der Grube liegenden Balken läuft. An der Spindel wird die Lehre (ein gehörig nach dem innern Querschnitt der Glocke ausgeschnittenes Brett) befestigt, welche, im Kreise um den Kern herumgeführt, den Lehmüberzug desselben abdreht, glatt macht und ihm die richtige Gestalt giebt, indem sie den über-

---

[1] Prechtl, Technol. Encyklopädie, 1836, Bd. VII, S. 81 m. Abb. — J. B. Launay, Der vollkommene Glockengiesser. Aus dem Französischen. Quedlinburg und Leipzig 1834. — Die Glockengiesserei. Von F. Harzer. Weimar 1854. — J. G. Hahn, Kampanologie. Erfurt 1802. — Glockenkunde. Von Heinr. Otte, Leipzig 1858.

flüssigen Lehm abstreicht. Um den Kern auszutrocknen, macht man Feuer in demselben an. Der fertige Kern wird mit einer Brühe von gesiebter Asche und Wasser bestrichen (geäschert), damit das Hemd oder Modell (die Dicke) nicht fest daran haftet. Das Modell ist eine Lehmbekleidung, deren Dicke und äussere Gestalt völlig mit jener der Glocke übereinstimmt, während durch die Berührung mit dem Kerne auch die innere Gestalt der Glocke hervorgebracht wird. Der Lehm des Modelles wird schichtenweise aufgetragen, mit einer zweiten (nach der äussern Gestalt der Glocke ausgeschnittenen) Lehre, welche an die Stelle der zum Kern gebrauchten gesetzt wird, abgedreht und durch Heizung des Kernes ausgetrocknet. Zuletzt giebt man dem Modelle einen dünnen Überzug von Talg mit etwas Wachs, welches flüssig aufgetragen und mit der Lehre geglättet wird. Bilder und andere Verzierungen, Schrift u. s. w. werden nun, aus terpentinhaltigem Wachs in nassen hölzernen, gipsenen oder messingenen Formen gedrückt, mittels Terpentin aufgeklebt, um dem Modelle ganz die Beschaffenheit der künftigen Glocke zu geben. Endlich bildet man durch abermaliges schichtenweises Auftragen von Lehm den Mantel, der mit einer dritten Lehre abgedreht und durch gelinde Heizung des Kernes getrocknet wird, wobei die wächsernen Verzierungen ausschmelzen und gleichgestaltete Höhlungen auf der Innenfläche des Mantels zurücklassen. — Die Öffnung, welche jetzt immer noch oben in der Form, der Höhlung des Kernes entsprechend, vorhanden ist, wird zum Einsetzen der Henkelform benutzt, welche durch Lehmverstrich fest mit dem Mantel verbunden wird. Die Form zu den Henkeln wird aus Lehm über hölzernen oder wächsernen Modellen gebildet, und enthält in ihrem Innern als Höhlung die vollkommene Gestalt der Krone, sowie den damit zusammenhängenden Einguss und einige, von verschiedenen Stellen der Krone ausgehende Luftlöcher (Windpfeifen). Der Mantel und die mit demselben verbundene Henkelform werden durch angelegte eiserne Schienen und Reifen verstärkt. Haken, welche sich an dieser Ausrüstung befinden, dienen hierauf dazu, den gänzlich vollendeten Mantel von dem Modelle mittels eines Krahnes oder Flaschenzuges abzuheben und in die Höhe zu ziehen. Sodann schneidet man das Modell in Stücken los, bessert Mantel und Kern nötigenfalls aus, füllt letztern mit Erde und verschliesst ihn oben mit Lehm, lässt den Mantel wieder herab, und macht durch Verstreichen der Fugen mit Lehm, sowie durch Vollstampfen der Dammgrube mit Erde und Sand die Form zum Gusse fertig.

Kleinere Glocken (von nicht mehr als 150 bis 200 *kg* Gewicht) formt man liegend auf der Spindel einer Drehlade (I, 267) und stellt sie dann in die Dammgrube. Für eine fabrikmässige Verfertigung, wobei oftmals dieselbe Grösse wieder vorkommt, behält man das Formen in aufrechter Stellung zwar bei, bedient sich aber als Grundlage des Kernes einer gusseisernen Glocke, deren Wandung gitterartig durchbrochen ist, und auf welche Lehm (oder ein fetter Formsand) aufgetragen wird. Die Lehren sind für diesen Fall von Gusseisen und daran ist ein Eisenblech festgeschraubt, in welchem man die erforderliche Gestalt ausgeschnitten hat.

Der Stoff der Turmglocken ist in der Regel jene Art der Bronze, welche davon den Namen führt (S. 84); gusseiserne Glocken gehören zu den Ausnahmen und sind sowohl in Klang als in der Haltbarkeit schlecht; neuerlich werden mit gutem Erfolge solche von Stahl gegossen (S. 136), welche gewöhnlich etwas dünner als bronzene, bedeutend leichter und wohlfeiler als diese, dabei von sehr gutem Klange sind. Zur Berechnung des Gewichtes der Stahlglocken aus ihrem Durchmesser, und umgekehrt, dient die auf S. 140 für Bronzeglocken gegebene Anweisung, wenn man nur statt des dortigen Bruches 0,00057 einen angemessen kleineren, nämlich der Erfahrung zufolge bei Glocken unter 450 *mm* Durchmesser oder etwa 50 *kg* Gewicht 0,00054, bei grösseren bis 1 *m* oder ungefähr 450 *kg* 0,00045 und bei noch grösseren 0,00042 setzt. — Der Schmelzofen für Bronze ist der schon (S. 99) beschriebene, von dessen Stichloche aus man eine Rinne nach dem Eingusse der Form anlegt. Sind mehrere Formen nebeneinander in der Grube angelegt, so teilt man die Giessrinne in Zweige, welche über den einzelnen Eingüssen münden und nach der Reihe dem zu-

fliessenden Metalle geöffnet werden. Nach dem Erkalten des Gusses bricht man die Dammgrube auf, schlägt den Mantel ab, hebt die Glocke heraus, sägt die Giesszapfen ab und reinigt die Oberfläche durch Feilen und durch Scheuern mit Sandstein.

2) Bildsäulen, Büsten u. dgl. (Bildgiesserei, Kunstguss)[1]. — Man giesst diese Gegenstände (sei es im ganzen oder in mehreren nachher zusammenzusetzenden Teilen) stets hohl, um ihr Gewicht zu vermindern und an Metall zu sparen, auch, um das Saugen zu vermeiden; daher ist ein Kern notwendig. Da ferner die Umrisse des Gegenstandes es in der Regel unausführbar machen, den Mantel zu zerschneiden und in zwei oder wenigen Teilen von dem Modelle abzunehmen, so wird entweder letzteres aus Wachs gebildet und durch Herausschmelzen aus dem unzerteilten Mantel entfernt, oder der Mantel aus einer grossen Anzahl Stücke aufgebaut. Übrigens kommen mehrere Abänderungen in dem Verfahren des Formens vor.

a. Für grosse Bildwerke ist folgendes ältere Verfahren zwar das langwierigste, aber insofern das beste, als es — im Falle des vollkommenen Gelingens — die schärfsten, der wenigsten Nacharbeit bedürftigen Güsse liefert. Nach der vom Bildhauer im kleinen entworfenen Skizze wird über einem Gerüste von Eisenstäben aus Gips ein Modell in der wirklichen Grösse verfertigt und mit aller Sorgfalt vollendet. Über diesem Modelle wird ferner eine, gewöhnlich aus sehr vielen Teilen bestehende, Gipsform gemacht, welche, wenn man sie ohne das Modell zusammenstellt, einen hohlen Raum von der Grösse und äusseren Gestalt des beabsichtigten Gusses darbietet. Vor dem Zusammensetzen bekleidet man jedes Stück der Form mit einer Lage Wachs, welche eben so dick ist, als das Metall des Gusses werden soll. Die Gesamtheit jener Wachsmasse stellt also das Modell dar, indem es innerlich und äusserlich an Gestalt und Grösse dem hervorzubringenden Gusswerke gleicht. Die Höhlung des Wachsmodelles muss mit einer Masse ausgefüllt werden, welche den Kern bildet. Zu diesem Ende hat man die Form über einem Gerüste von Eisenstäben (der Ausrüstung, dem Kerngerüst) auf einer festen Grundlage in der vor dem Ofen befindlichen Dammgrube aufgestellt; und wenn alles auf die angezeigte Weise vorgerichtet ist, giesst man den hohlen Raum um das Gerüste, innerhalb des Wachsmodelles, mit der Kernschlichte (gleiche Teile Gips und Ziegelmehl mit Wasser zu Brei angemacht) aus. Das Ziegelmehl verleiht dem Kerne die nötige Haltbarkeit gegen die Hitze, der Gips giebt ihm die Fähigkeit, sehr bald zu erhärten. Um beim nachherigen Erhitzen der Feuchtigkeit ein leichtes Entweichen aus dem Kerne zu sichern, hat man Sorge getragen, in dem Gerüst eine bedeutende Zahl eisenblecherner Röhrchen einzuschalten, welche in ihrer Wand viele Löcher enthalten und auf die Kernoberfläche herausragen; man füllt diese Röhrchen mit Talg, welcher das Eindringen der Kernschlichte abhält, aber in der Wärme herausschmilzt. Die Gipsform, welche nun das Ganze noch einhüllt, kann nicht als Giessform gebraucht werden, da sie der Hitze des Metalles nicht widerstehen würde; sie musste nur zur Bildung und Zusammenfügung des Modelles dienen. Man nimmt sie daher nach der Verfertigung des Kernes ab, wobei die Wachsdicke auf dem Kerne sitzen bleibt, da man inwendig auf dem Wachse gebogene Drähte angebracht hat, welche von der Kernmasse eingeschlossen worden sind. Das den Kern umhüllende Wachsmodell wird nach Erfordernis ausgebessert, und zugleich setzt man aus Wachs die Modelle für den Einguss, die Leitungsröhren und die nötigen Luftröhren an. Der Einguss kommt auf den höchsten Punkt des Modelles zu stehen; die Leitungsröhren sind Zweige desselben, welche das Metall nach den verschiedenen Teilen der Form hinführen, um letztere von vielen Punkten aus so schnell als möglich vollständig zu füllen; die Luftröhren gehen von zahlreichen Stellen des Modelles aus und machen das gehörige Entweichen der von dem einfliessenden Metalle verdrängten Luft möglich. Leitungsröhren und Luftröhren umgeben wie ein Netz das ganze Modell.

---

[1]) Wuttig, Die Kunst, aus Bronze kolossale Statuen zu giessen. Berlin 1814. D. p. J. 1837, 65, 114 m. Abb.

Endlich verfertigt man den Mantel oder die eigentliche Giessform, indem man das Modell überall (natürlich auch die wächsernen Modelle der Luft- und Leitungsröhren) etwa 20 *mm* dick mit einer Mischung aus feinem Lehm, Ziegelmehl nnd Leimwasser (dem **Formkitt**) überzieht, dann aber gewöhnlichen Formlehm aufträgt, das Ganze mit Lehmsteinen von aussen umbaut und durch Anlegung eiserner Schienen verstärkt. Unter der Form (die zu diesem Behufe auf einem eisernen Roste steht) und rings um dieselbe wird sodann Feuer gemacht: erst gelinde, um das Wachs auszuschmelzen, welches durch eine am Fusse gelassene Öffnung abfliesst, späterhin stärker, um die Form scharf auszutrocknen und hart zu brennen. Wird nun die **Dammgrube** mit Erde vollgestampit (die Form **eingedämmt**), so dass nur der Einguss und die Öffnungen der Luftröhren frei bleiben, so kann der Guss geschehen. Man lässt das Metall durch eine in Lehm gemachte Rinne aus dem Stichloche des Schmelzofens (der mit jedem zum Glockengusse übereinstimmt) zuerst in einen über der Form gemauerten Behälter, wenn dieser gefüllt ist durch Ausziehen eines eisernen Stöpsels in die Form selbst fliessen, gräbt nach einiger Zeit (oft erst nach mehreren Tagen) die Dammgrube auf, bricht den Mantel los und hebt den Guss aus der Grube. Die Angüsse, welche durch Ausfüllung der Luft- und Leitungsröhren entstanden sind, werden abgesägt; der Kern wird durch eine dazu gelassene Öffnung nach und nach herausgeschafft, die Oberfläche des Gusses aber mit Feile und Meissel gereinigt und wo nötig durch **Ciselieren** (mit kleinen Meisseln und Punzen) nachgearbeitet.

Dieses Verfahren führt — abgesehen von ihrer ausserordentlichen Langwierigkeit — zwei üble Umstände mit sich; es entstehen nämlich beim Brennen der Form, indem sich diese samt dem Kerne zusammenzieht, das Eisengerippe des letztern sich aber vermöge der Erhitzung ausdehnt, leicht Sprünge, welche man nicht sehen, also auch nicht ausbessern kann; und zerreisst beim Schwinden des Gusses in der unnachgiebigen Form das Metall gern hier oder dort. Unfälle letzterer Art treten um so leichter ein, als man in der Anwendung dieses alten Verfahrens gewöhnlich den Grundsatz befolgte, selbst die verwickeltsten Gegenstände im ganzen (also z. B. einen Reiter samt Pferd und allen Nebenteilen aus einem einzigen Stücke) zu giessen. In neuerer Zeit zieht man es daher allgemein vor, eins der folgenden unter c. und d. angeführten Verfahren zu gebrauchen und dabei das herzustellende Werk in mehrere Teile zu zerlegen, welche schliesslich mittels Schrauben, durch Verhämmern, Verstemmen und Verfeilen der Fugen, so zusammengesetzt werden, dass sie wie aus einem Stücke bestehend erscheinen.

b. Man kann die Kernschlichte in die (gut eingeölte) Gipsform giessen, ohne letztere vorher mit Wachs auszukleiden; dann den erhärteten Kern um so viel, als die Metalldicke betragen soll, auf der ganzen Oberfläche abnehmen; endlich die Gipsform wieder zusammensetzen, und den Raum zwischen ihr und dem verkleinerten Kerne mit Wachs vollgiessen, um das Modell zu bilden. Das fernere Verfahren ist wie im obigen Falle.

c. Der Kern wird aus Ziegeln hohl nach seinen Hauptumrissen aufgeführt, mit Lehm umkleidet und aus freier Hand völlig ausgebildet. Über dem Gipsmodelle macht man von stark mit Sand versetztem (wenig schwindendem Lehm) — oder aus gleichen Massteilen Lehm, Formsand und Kohlenstaub, sogenannter **Masse** — stückweise ein Form, brennt dieselbe in der Glühhitze, bekleidet sie innerlich mit Thon, so dick als der Guss werden soll, passt nach und nach alle Stücke an den mit Asche bestreuten Kern an, indem man auf letzteren nach Erfordernis noch Lehm aufträgt, nimmt nach dem Trocknen die Form wieder ab und auseinander, beseitigt die Thonbekleidung, setzt endlich die leere Form (in welcher man die Metallleitungen und Luftzüge ausschneidet und mit Thonröhren ausfüttert) wieder um den Kern herum auf, verstreicht die Fugen mit Lehm und macht alles zum Gusse fertig, wie sonst.

Hierdurch erspart man das teure Wachs und die Gipsform; auch entsteht der Vorteil, dass der Mantel stückweise (also weit bequemer) gebrannt werden kann; dagegen gehep in der Sandmasse die feinsten Züge des Modelles zuweilen verloren, durch die Fugen zwischen den Formstücken entstehen zahlreiche Guss-

nähte, der Guss bedarf wegen dieser beiden Umstände grösserer Nacharbeit, und es muss, im Falle der Guss misslingt, die Arbeit ganz und gar von neuem angefangen werden, während man bei dem oben auseinander gesetzten Verfahren (a.) die Gipsform noch hat, und also das Wachsmodell leicht wieder herstellen kann.

d. Die Form wird wie unter c. stückweise, aber nicht aus Masse, sondern aus mässig feinkörnigem fetten Formsande auf dem Modelle gebildet, äusserlich mit einer kleinern Zahl grosser Gipsstücke umschlossen, dann innerlich mit Thonplatten ausgekleidet und ohne das Modell wieder zusammengesetzt; der Kern wird nachher wie unter a. durch Ausgiessen des hohlen Raumes gebildet.

Da der Sand zum gehörigen Austrocknen keines Brennens (Glühens), sondern nur einer viel geringeren Hitze bedarf, so schwindet er weniger und unterliegt weniger leicht einer Beschädigung, als die Masseform nach c. Oft wird es jedoch nötig, zwei Sandformen zu machen, wovon die eine zum Guss, die andere nur vorher zur Bildung des Modelles aus Thonplatten bestimmt ist, weil zarte Teile der Form beim Einlegen und Andrücken des Thones leicht Schaden nehmen.

e. Man verfährt wie unter d., giesst aber den Kern nicht, sondern bildet ihn aus Sand, den man beim Aufbauen der mit Thonplatten ausgelegten Form nach und nach einstampft. Hierbei ist grosse Vorsicht (um die Form nicht zu beschädigen) und ein sehr guter Kernsand nötig. —

Bei Gegenständen, die man in grösserer Zahl (also mehr fabrikmässig) darzustellen hat, z. B. Büsten, Vasen, kleinere Figuren u. s. w., pflegt man zum Sandguss zu greifen. Dergleichen Stücke werden aus Wachs in einer mehrteiligen Gipsform hohl gegossen (indem man die Form stürzt, d. h. nach teilweisem Erstarren des eingegossenen Wachses umkehrt, und das noch flüssige auslaufen lässt), worauf man dieses Modell mit einem warmen Messer in zwei oder mehrere Teile zerschneidet, es über einem Kerne aus Lehm oder fettem Sande wieder zusammensetzt, durch Bossieren ausbessert, und nun entweder mit einem Lehmmantel umgiebt, oder in einem zweiteiligen Formkasten in fettem Sande einformt. Das Wachs wird sodann ausgeschmolzen. Ein einfacher Einguss (ohne Leitungsröhren) genügt gewöhnlich; auch Luftröhren sind nur in geringer Zahl erforderlich, insofern es sich um kleinere und weniger verwickelte Gestalten handelt. — Ein anderes sehr gebräuchliches Verfahren für solche Fälle besteht in folgendem: Das Modell (von Messing, Gips, Marmor u. s. w.) wird in einer zweiteiligen Formflasche in fettem Sande eingeformt, und man ersetzt die beim Ausheben wegbrechenden Teile der Form durch — oft in beträchtlicher Zahl — angelegte Keilstücke. Um den Kern zu erhalten, formt man das Modell in einer andern Flasche zum zweitenmale ganz ebenso, füllt aber hier die entstandene Höhlung mit Sand. Diesen Sandkörper beschabt man alsdann rundum so viel als die Metallstärke des Gusses betragen soll und legt ihn so verkleinert zum Gusse in die zuerst bereitete Flasche. Zu Lagern giebt man dem Kerne einige Eisendrähte, welche durch und durch gehen und mit den Enden herausragen. Statt des einen oder andern solchen Drahtes wendet man ein eisenblechernes (beiderseitig offenes, in der Wandung mit Löchern versehenes) Röhrchen an, welches das Entweichen der Feuchtigkeit beim Trocknen des Kernes begünstigt. Verzweigungen des Eingusses, sowie Windpfeifen, werden nach Erfordernis angebracht. Die Herstellung des Kernes geschieht oft auch so, dass man dazu einen Brei von gemahlenem Gips, feinem Ziegelmehl und Wasser anwendet, diesen in die Sandform giesst, den fest gewordenen Kern trocknet, gelinde brennt und schliesslich durch Abschaben um so viel verkleinert, als die gewünschte Metalldicke des Gusses erfordert.

f. Sollen unter Erhaltung des Modelles Gussstücke in grösserer Anzahl hergestellt werden, welche keine Gussnähte enthalten, so empfiehlt sich die Anwendung folgenden neueren Verfahrens: 1) Herstellung einer (mehrteiligen) Gipsform über dem Modell; 2) Anfertigung eines Sandkernes unter Benutzung dieser Gipsform; 3) Abnahme einer der Wanddicke des herzustellenden Gussstückes entsprechenden Schicht von diesem Sandkern; 4) Bildung einer (mehrteiligen) Gipsform über dem bearbeiteten Sandkern, — zur fabrikmässigen

Herstellung der Kerne für alle in Metall auszuführenden Abgüsse; 5) Zusammenstellung des unter 3 angeführten oder eines mit der Gipsform unter 4 erhaltenen Kernes mit der unter 1 erwähnten Gipsform; 6) Ausgiessen des so gebildeten Zwischenraumes mit einer leicht schmelzenden Mischung (z. B. von $^4/_5$ Stearin und $^1/_5$ Harz) oder mit Wachs, Gelatine oder dergl.; 7) nach Abnahme der Gipsform Ausbesserung der Oberfläche des aus der schmelzbaren Mischung hergestellten Modells durch Abnahme der Gussnähte u. s. w.; 8) Einformen dieses Modells nebst dem darin eingeschlossenen Kerne in Sand (ungeteilte Form); 9) Ausschmelzen der Stearinschicht durch Erwärmung; 10) Eingiessen des Metalles; 11) Entfernung der Sandform und des Sandkernes nach erfolgtem Erkalten.

5. Zinkgiesserei.

Man bediente sich früher des Zinkes nur selten zur Herstellung von Gussstücken, zu welchen es auch, wegen seiner grossen Sprödigkeit im unbearbeiteten Zustande, nur mit bedeutender Einschränkung anwendbar ist. Fast ausschliesslich waren es Gewichtstücke und dergleichen einfache Gegenstände, ferner Modelle und Kerndrücker für die Gelbgiesserei, welche aus Zink (seiner Wohlfeilheit halber) gegossen wurden, und zwar, gleich dem Messing, in Sand. Gegenwärtig hat die Zinkgiesserei viel grössere Ausdehnung erlangt, indem sie teils zur Herstellung verzierter Lampenfüsse, zahlreicher kleiner Luxuswaren (die man sonst aus Bronze oder Eisen goss), verschiedener Buchstaben zu Aufschriften und ähnlicher kleiner Gegenstände (in Gussformen von Messing, Bronze, Eisen, Zink oder Sand), teils zum Gusse grösserer architektonischer Gebilde, Bildsäulen, Vasen u. dgl. angewendet wird. Für diese letztgenannten Fälle gebraucht man stets, wie zum Gusse des Messings, zwei- bezw. mehrteilige Formflaschen, in welchen mit feinem (nicht zu fettem) Sande geformt wird; diese Sandformen werden vor dem Eingiessen nicht getrocknet.

Das Zink giesst sich mit sehr glatter Oberfläche und giebt alle feinen Züge des Modelles wieder, so dass meistens nur wenig mit Feilen, Schabern, Punzen und Sticheln nachgeholfen zu werden braucht. Je nach der Grösse werden die Güsse 2 bis 7 *mm* dick gemacht. Man zieht es meist vor, stark vertiefte oder ganz hohle Gussstücke zu vermeiden, aus Besorgnis, dass das erkaltende Zink bei dem Zusammenziehen (wegen seiner zu geringen Festigkeit) durch den Widerstand des in ihm eingeschlossenen Kernes zerreissen möchte. Man giesst deshalb Gegenstände von bedeutender Grösse, und runde hohle Stücke sogar wenn sie klein sind, in zwei oder mehreren (oft sehr vielen) Teilen, welche man nachher mittels des Lötkolbens und gewöhnlichen Schnell-Lotes zusammenlötet. Beim Löten werden die zu vereinigenden Stücke aneinander gelegt; man streicht verdünnte Salzsäure mit einem Pinsel von aussen auf die Fuge, hält sogleich ein Stück gewöhnlichen Zinnlots (halb Zinn halb Blei) von der Rückseite daran, und bringt dieses durch Berührung mit dem heissen Lötkolben zum Schmelzen, wobei es leicht durchdringt und die Fuge füllt. Dieses Verfahren ist zugleich wohlfeiler, gestattet die Erlangung eines vollkommenern Abgusses und vermeidet eher das Misslingen (macht es wenigstens minder nachteilig, da stets nur ein kleiner Bestandteil zu verwerfen ist), als das Giessen im ganzen.

Giesst man über einen Kern, so macht man diesen schon wegen grösserer Nachgiebigkeit lieber aus Sand als aus Lehm, und gebraucht wohl den Kunstgriff, im Innern des Kernes einen Eisenstab, ein Stück Holz oder dgl. anzubringen und diesen Teil sofort nach geschehenem Gusse herauszuziehen, damit der nun hohle Kern leichter dem beim Abkühlen sich zusammenziehenden Me-

talle weicht. Rohrähnliche hohle Gegenstände von geringem Durchmesser und ziemlich dicker Wand können indessen ohne Schwierigkeit über einen eisernen, nur dünn mit Lehm bestrichenen Kern gegossen werden. Durch in die Form gelegte, angemessen gebogene Eisendrähte, welche von dem Zink umschlossen werden, kann man ebenfalls den Zinkgüssen eine Verstärkung zu grösserer Haltbarkeit geben. — Das in der Zinngiesserei übliche Stürzen (s. Zinngiesserei) ist auch beim Zinkguss anwendbar, um kleinere Gegenstände ohne Kern hohl zu giessen.

Zum Schmelzen des Zinkes bedient man sich eines gusseisernen Kessels. Das Metall erleidet dabei 5 bis 6 % Abgang durch Oxydation. Eine Einrichtung ist angegeben zum Schmelzen mittels Gasheizung[1]; damit sollen 35 *kg* Zink in einem eisernen Tiegel binnen 25 Minuten, unter Verbrauch von einem Kubikmeter Steinkohlengas geschmolzen werden.

Da das Zink weder eine schöne Farbe hat, noch seine blanke Oberfläche lange behält, so werden die daraus gegossenen Gegenstände in der Regel entweder mit Ölfarbe oder Firnisfarbe angestrichen oder bronziert oder mit galvanischen Metallniederschlägen (Kupfer, Bronze, Silber, Gold) überkleidet.

In England giesst man Kattundruckwalzen aus einer Zinklegierung (S. 51) und gebraucht dazu eine Form, deren zweiteiliger Mantel unmittelbar nach dem Eingiessen durch Keile zusammengepresst wird, um das Metall zu verdichten.[2]

Es soll vorteilhaft sein, dem Zink zum Kunstguss Zinn (etwa 5 %) zuzusetzen. Die Modelle zum Zinkguss werden nach aus Holz, Gips u. dergl. gefertigten Vorbildern aus Zink gegossen. Um z. B. zu einer Bildsäule, die in Gips modelliert ist, die Zinkmodelle zu machen, wird das Gipsmodell mit einer feinen Säge oder mit einem doppelt zusammengedrehten dünnen Messingdrahte an passend gewählten Stellen zerschnitten; die Stücke werden in Sand geformt, und zwar mittels der auf S. 107 beschriebenen Verfahrungsarten dergestalt, dass die Abgüsse hohl, von der vorausbestimmten Wandstärke, ausfallen.

Man vergleiche übrigens, was am Schlusse der Bleigiesserei unter 6 vorkommt.

6. Bleigiesserei.[3]

Wenn man einzelne, nicht häufig vorkommende und minder wichtige Gegenstände abrechnet, so werden aus Blei nur folgende wenige Arten von Gusswaren erzeugt: Platten, Röhren, Gewehrkugeln, Flintenschrot. Zu jenen selteneren Erzeugnissen gehören die Plomben oder Bleisiegel zur Sicherung der Verschlüsse, welche in messingenen Formen gegossen werden; Figuren u. dgl.; Gefässe (wie Schalen, Flaschen, krugähnlich gestaltete Abdampfgefässe für Laboratorien, Kunstbleichen u. s. w.), welche gleich Messing in Sand oder wie Zinn in messingenen Formen gegossen werden, nötigenfalls in Teilen, die man sodann durch auf die Fugen gegossenes geschmolzenes Blei vereinigt; das Fensterblei der Glaser, welches in einem eisernen Eingusse in Gestalt von Stäbchen gegossen und dann durch den Bleizug, die Bleiwinde (eine Art Walzwerk), ausgestreckt und verdünnt wird.[4] — Aus Hartblei (S. 57) giesst man — teils in Sand, teils in zinkenen oder messingenen Formen wie

[1] D. p. J. 1859, **153**, 257 m. Abb.
[2] D. p. J. 1855, **136**, 35 m. Abb.
[3] Technolog. Encyklopädie, Bd. II, S. 366 m. Abb.
[4] Hülsse's allgemeine Maschinen-Encyklopädie, II. Bd. Leipzig 1844, S. 240.

jene der Zinngiesser — mancherlei Bestandteile zu Klempnerarbeiten, als Füsse zu Lampen u. s. w.; ferner Leuchter, welche lackiert werden, u. s. f. Man giebt jener Metallmischung gewöhnlich den Namen Komposition. Eine vollkommenere Art des Hartbleies ist das Schriftgiesserzeug (Schriftmetall, S. 58), welches seinen Namen von der Anwendung zum Giessen der Buchdrucker-Schriften (Lettern) trägt.

Wir betrachten im folgenden die wichtigsten Bleigusswaren etwas näher.

1) Bleiplatten. Platten von mittlerer Dicke werden wenig gegossen, weil man sie weit besser durch gewalztes Blei ersetzt; man giesst meistenteils nur dicke (6 bis 30 *mm* starke) Platten und sehr dünne, papierähnliche Blätter. Zum Gusse der ersteren wird eine aus eichenen Bohlen zusammengesetzte, 150 *mm* hoch mit feuchtem Formsand recht glatt und fest bedeckte Tafel oder eine ebene Platte von dichtem feinkörnigen Sandstein vorgerichtet, auf welcher man den Raum, den das Blei ausfüllen soll, durch hölzerne oder eiserne Leisten umgrenzt. Das Blei wird in einem eisernen Kessel geschmolzen, dann mit Kellen in ein breites Gefäss (die Stürze) übergefüllt und durch Umneigen des letzteren an der einen schmalen Seite der Giesstafel auf dieselbe ausgegossen. Um das Fliessen des Bleies zu erleichtern, giebt man der Tafel eine sehr geringe Neigung; auch überfährt man das noch flüssige Metall mit einem auf den Einfassungsleisten fortgeschobenen Lineale, dessen untere Kante alles die geforderte Dicke der Platte übersteigende Metall abstreicht und nach dem tiefer liegenden Ende der Tafel hintreibt, wo der Überfluss in eine Vertiefung des Sandes fällt.

Zum Giessen sehr dicker Platten hat der Sand den Vorzug vor dem Steine, weil letzterer durch die Hitze einer zu grossen Metallmasse in Gefahr kommt, zu zerspringen; dagegen gestattet der Stein ein viel rascheres Arbeiten, weil er unmittelbar nach dem Abnehmen einer Platte zum Giessen einer neuen Platte fertig ist, während der Sand erst wieder geebnet werden muss. — Das Giessen der Bleiplatten in geschlossenen (z. B. aus zwei Gusseisentafeln mit zwischenliegenden Randleisten bestehenden) Formen ist zwar kunstgerechter, aber durch die erforderlichen Einrichtungen kostspieliger. Die gegossenen Platten werden meistenteils mit einer grossen Schere in Stücke zerschnitten und durch Walzen zu einer beliebigen Dünne gestreckt (s. Blech-Erzeugung).

Hier kann das Verfahren erwähnt werden, durch welches man die grossen bleiernen Siedpfannen der Alaun- und Vitriol-Siedereien verfertigt. Man giesst auf einer 3,5 bis 5 *m* langen, 3 bis 3,5 *m* breiten, von Ziegeln gemauerten, mit Latten eingefassten Fläche eine etwa 12 bis 20 *mm* dicke Platte, schneidet die Ecken derselben rechtwinklig aus, biegt alle vier Seiten 45 *cm* hoch auf und bewirkt die Verbindung an den Ecken durch eingegossenes glühendes Blei. Noch öfter befolgt man — da das Aufheben und Fortschaffen der ganzen Pfanne leicht eine Beschädigung derselben herbeiführt — das Verfahren, sie aus fünf Platten zusammenzusetzen, welche einzeln auf einer steinernen oder gusseisernen Platte gegossen, auf dem Ofen selbst aneinander gefügt und durch Vergiessen mit Blei vereinigt werden.

Die aus einer Legierung von Blei und Zinn (S. 53) bestehenden Platten zur Verfertigung der Orgelpfeifen werden — ungefähr 3,6 *m* lang, 50 bis 55 *cm* breit, 2 *mm* oder weniger dick — auf folgende Weise gegossen: Die Giesstafel (von der angegebenen Länge und Breite) ist von Tannenholz und — des Werfens wegen — aus nebeneinander gelegten, mittels durchgehender eiserner Schraubenbolzen verbundenen Latten gebildet; auf der oberen oder Arbeits-Seite mit Leinwand überzogen. Ein länglich viereckiger hölzerner Kasten ohne Boden wird an dem einen Ende quer über die Giesstafel aufgesetzt, mit dem flüssigen Metall gefüllt und dann ziemlich rasch gegen das andere (ein wenig niedriger liegende) Ende fortgeschoben. Die richtige und überall gleiche Dicke der hierbei entstehenden Platte wird dadurch erzeugt, dass die hintere Wand des Kastens nicht auf die Fläche der Giesstafel hinabreicht, sondern mit ihrem unteren Rande um so viel als nötig von derselben entfernt bleibt (I, 613).

Das Metall muss im Augenblicke des Gusses so weit abgekühlt sein, dass es schon in etwas dicken, breiartigen Zustand überzugehen anfängt, und also die dünne Schicht, welche der fortschreitende Kasten hinter sich lässt, ohne Verzug auf der Giesstafel erstarrt. Die Leinwandbekleidung der letzteren hat den Nutzen, das Anhaften des Metalles zu befördern, so dass bei gehöriger Vorsicht keine Löcher in den Platten entstehen.

Nach ähnlichem Grundsatze hat man Vorrichtungen zum Giessen langer und schmaler Blei- oder Zinnplatten hergestellt, wobei ein eiserner Metallbehälter ohne Boden auf einer wagerechten gusseisernen Tafel fortgezogen wird; dieser Behälter ist — um den Inhalt auf gehöriger Temperatur zu erhalten — mit einem Kohlenbecken umgeben. Würde man einen solchen Metallbehälter auf eine um ihre Achse kreisende, liegende Walze feststehend anbringen, oder das geschmolzene Blei auf einer in Achsendrehung begriffenen hohlen, mittels durchströmenden Wassers kühl gehaltenen Trommel aufgiessen, so könnte man Platten von beliebig grosser Länge gewinnen; doch scheinen solche Einrichtungen praktische Schwierigkeiten und keinen entsprechenden Wert darzubieten.

Die papierdünnen Bleiblätter (Bleipapier) werden hauptsächlich zum Einpacken des Tabaks gebraucht (Tabakblei). Man verfertigt sie ziemlich allgemein durch Walzen, zuweilen aber noch nach der älteren Art durch Giessen. Die Vorrichtung hierzu hat mit der vorstehend beschriebenen Plattengiessvorrichtung der Orgelbauer grosse Ähnlichkeit; jedoch ist die Bildung des Bleiblattes ganz allein auf das Haften des flüssigen Metalles an der Giesstafel (I, 614) gegründet, da eine so geringe Dicke sich nicht mehr durch das dort angegebene Mittel regeln lässt, vielmehr zu erwarten wäre, dass sehr häufig Lücken in der hinter dem Metallkasten zurückbleibenden zarten Schicht entständen, wenn eine Wand des Kastens darüber hinstreifte. Die Gerätschaft besteht demnach aus einem mit Leinwand straff bespannten Rahmen, der in schräger Lage (10 bis 15 Grad gegen die Wagerechte geneigt) aufgerichtet wird und aus einer Art von Kästchen ohne Boden und Hinterwand, in welches das Blei eingegossen wird, und mit dem man rasch über die Leinwand hinabfährt, wobei an letzterer eine Haut von Blei hängen bleibt. Um dies zu bewirken, darf jedoch die Leinwandfläche nicht zu glatt sein, weshalb sie mit einer Mischung von Kreide und Eiweiss übertüncht wird; auch muss ihr die Fähigkeit benommen werden, in der Mitte einzusinken, zu welchem Behufe man ein mit Wollenzeug bezogenes Bret unter der Leinwand in den Rahmen legt. Je heisser (folglich flüssiger) das Blei ist, je steiler der Rahmen steht und je schneller man das Kästchen fortbewegt, desto dünner fallen die Blätter aus. Sie werden 250 bis 300 *mm* lang, etwa 170 *mm* breit verfertigt, sind auf der einen Seite etwas rauh und körnig, auf der anderen glatt und mit Spuren des Leinwandgewebes versehen; ihre Dicke beträgt 0,08 bis 0,12 *mm* und 1 *qm* wiegt 0,86 bis 1,37 *kg*.

In China werden ähnliche dünne Blätter auf solche Weise verfertigt, dass man das Blei auf eine ebene, mit glattem Papier überzogene Steinplatte giesst, schnell einen zweiten solchen Stein darüber legt und durch Daraufspringen die Arbeit vollendet. Das Blei wird hierdurch zwischen den Steinen ausgebreitet, erhält aber keinen regelmässigen Rand und (ebenso, wie beim Giessen auf Leinwand) oft Löcher und Risse.

2) Röhren aus Blei, von 12 bis 80 *mm* innerem Durchmesser, eignen sich zu Wasser- und Gasleitungen u. s. w. deshalb sehr vorzüglich, weil man sie in fast jeder beliebigen Länge (bis zu 12 *m* und mehr) darstellen und leicht biegen, daher ohne Anwendung von Kniestücken in oft wechselnden Richtungen legen kann. Man giesst sie 75 bis 90 *cm* lang und viel dicker in der Wand, als sie nach der Vollendung sein sollen; denn sie werden durch Ziehen oder Pressen (wovon später) beträchtlich verdünnt und in die Länge gestreckt. Die Giessformen sind von Blei oder Gusseisen und zweiteilig, d. h. durch die Achse zerschnitten, so dass in jedem Teile eine halbrunde Höhlung sich befindet. Der Kern ist von Eisen, sehr glatt und an einem Ende um sehr wenig dünner als am andern, so dass er ein Stück eines äusserst schlanken Kegels bildet. Die Form wird zum Guss in aufrechte Stellung gebracht, hierauf giesst man das

Blei am oberen Ende ein. Während des Gusses wird die Form durch ein paar darübergeschobene Ringe mit Schrauben zusammengehalten. — Man hat auch eiserne Formen, deren beide Hälften durch Gelenke verbunden sind und in welchen die Gussrinne der Länge nach hinabläuft, so dass das Blei von unten eindringt und aufsteigt. Wenn die gegossene Röhre aus der Form genommen ist, werden die Gussnähte weggeschnitten oder abgeschabt; dann macht man den Kern durch einige Schläge auf das dünnere Ende los und zieht ihn von der Seite des dicken Endes, mittels eines daran befestigten Querheftes, heraus.

Es ist die Vorrichtung angegeben worden, um aus einem hohen Kessel durch den Druck des darin geschmolzenen Bleies selbst letzteres in die Form zu treiben, welche unten seitwärts in wagerechter Lage dem Kessel angefügt ist und durch Ausziehen und Einschieben eines Pfropfens beliebig geöffnet oder geschlossen werden kann.

Bleiröhren von sehr grosser, ja beliebiger Länge können auf die Weise dargestellt werden, dass man geschmolzenes Blei aus dem Schmelzkessel von unten in eine senkrecht stehende, an beiden Enden offene Röhrenform pumpt, deren oberer Teil durch Wasser kühl erhalten wird, daher das erstarrte Rohr oben stetig austreten lässt,[1]) oder Blei in einen starken gusseisernen Stiefel giesst, worin es mittels äusserer Heizung flüssig erhalten wird, dann durch einen Kolben dasselbe zu einer Öffnung am Ende dieses Stiefels herauspresst, deren Mittelpunkt durch einen stählernen Kern eingenommen wird, so dass der Austritt durch einen ringförmigen Raum in Rohrgestalt erfolgt, — während des Austretens aber das Rohr abkühlt (I, 287). Dieses Verfahren ist mit dem Pressen der Röhren aus kaltem Blei verwandt und wird deshalb weiter unten (im Anhange zur 3. Abteilung des 2. Kapitels) wieder zur Sprache kommen.

3) Gewehrkugeln (und die kleineren Posten, Rehposten) giesst man in Kugelformen,[2]) welche von Eisen verfertigt und stets zweiteilig sind, so dass jeder Teil die Hälfte des trichterförmigen Eingusses enthält. Die gewöhnlichen Kugelformen besitzen nur eine einzige Höhlung und haben die Gestalt einer Zange, deren dicker Kopf die eigentliche Form darstellt, indes die Griffe nur zum Öffnen und Schliessen derselben dienen. Man giesst das Blei aus einem eisernen Schmelzlöffel ein, oder taucht die Formen in einen Kessel mit geschmolzenem Blei, welches man solchergestalt herausschöpft. Zuweilen wendet man Formen mit längerem Kopfe an, in welchen zwei bis zwanzig gleiche Kugelhöhlungen enthalten sind, deren Eingüsse sämtlich in eine zum Eingiessen des Bleies bestimmte Rinne münden, so dass der Guss als ein Stäbchen erscheint, an welchem die Kugeln nebeneinander mit ihren Hälsen, wie die Zähne eines Rechens, sitzen. Auch hat man grössere Kugelformen, deren beide Teile sich nicht um ein Gelenk wie bei einer Zange bewegen, sondern in gerader Richtung durch eine Schraube gegeneinander gepresst werden.

Nach dem Gusse der Kugeln muss der durch Ausfüllung des Giessloches entstandene Hals oder Giesszapfen abgenommen werden. Dies geschieht entweder mit einer gewöhnlichen Kneipzange, oder mit einer an der Kugelform selbst angebrachten kleinen Schere, oder durch eine besondere Vorrichtung, welche wesentlich darin besteht, dass der Einguss der Form nicht in dem Kopfe derselben (welcher vielmehr nur die Kugelhöhlung mit scharfrandiger Öffnung enthält), sondern in einem zweiten verschiebbaren Stücke sich befindet. Dieses Stück wird entweder vor der Form-Öffnung gewaltsam beiseite geschoben, oder verschiebt sich von selbst, indem man die Form öffnet, um die Kugel herauszuwerfen; in beiden Fällen wird der Hals dicht an der Kugel rein abgeschnitten. Weil bei allen diesen Verfahren durch das Wegnehmen des Halses eine Abplattung der Kugel entsteht, vermöge welcher der Schwerpunkt aus dem

[1]) Polytechn. Centralbl. 1854, S. 28.
[2]) Jahrbücher des Wiener polyt. Inst., IV. 574.

Mittelpunkte weggerückt und der sichere Flug der Kugel nach dem Ziele beeinträchtigt wird, so hat man Vorrichtungen zum Rundabschneiden erdacht, welche der Spur des Abschnittes die Gestalt eines Kugelsegmentes geben, und daher unentstellte Kugeln liefern. Jederzeit besteht eine solche Vorrichtung aus zwei bogenförmigen (nach dem Kugelhalbmesser gekrümmten) Schneiden, die sich dergestalt gegeneinander bewegen, dass der Halbmesser des Bogens, den sie dabei beschreiben, dem Kugelhalbmesser gleich ist, während die Kugel in dem Mittelpunkte dieser Bewegung festliegt. Übrigens kann dieser Mechanismus an der Kugelform angebracht, oder als besondere Maschine ausgeführt werden.

Die Spitzkugeln (von zuckerhutähnlicher Gestalt, für besondere Arten von Gewehren) erfordern Formen von eigentümlicher Beschaffenheit, zumal wenn sie mit einer Höhlung auf ihrer Unterfläche versehen sind.[1])

Die Kugeln erhalten im Gusse sehr gewöhnlich eine Unvollkommenheit, die ihrer Brauchbarkeit wesentlich schadet. Indem nämlich das Blei in Berührung mit der Form zuerst erstarrt, bleibt das heisse Innere noch einen Augenblick flüssig, und wenn es dann ebenfalls erstarrt, zieht es sich zusammen, kann folglich nicht ganz den Raum ausfüllen. So entstehen oft kleinere oder grössere Höhlungen, von denen man äusserlich keine Spur entdeckt und welche gleichwohl den doppelten Nachteil herbeiführen, dass die Kugel nicht völlig das beabsichtigte Gewicht hat, und dass ihr Schwerpunkt nicht mit dem Mittelpunkte zusammenfällt, wodurch sie im Fluge vom Ziele abgelenkt wird. Man führte daher in der fabrikmässigen Verfertigung der Kugeln (für den Kriegsgebrauch) eine Nacharbeit ein, welche darin besteht, die gegossenen Kugeln nach dem Abnehmen der Hälse zwischen zwei stählernen Stempeln mit halbkugelförmigen Vertiefungen in einer Prägpresse gewaltsam zusammenzudrücken, wodurch die Höhlungen im Innern verschwinden (gepresste Gewehrkugeln). Da die Aushöhlung der Prägstempel von etwas kleinerem Durchmesser sein muss, als die rohe gegossene Kugel, so wird zwischen den Flächen der Stempel ein dünner Grat von Blei herausgequetscht, der sich jedoch leicht und ohne eine erhebliche Spur zurückzulassen, mit dem Messer wegschneiden lässt. Dieses Verfahren ist von guter Wirkung, verursacht aber eine Vermehrung der Arbeit und folglich der Kosten.

Eine andere Art gepresster Gewehrkugeln sind diejenigen, welche gar nicht gegossen, sondern aus Bleistangen durch eine Pressmaschine der vorerwähnten Art hergestellt werden. Die Stangen werden mit länglichem Querschnitt in etwa 60 *cm* Länge gegossen, dann zur Verdichtung mehrmals durch ein kleines Walzwerk (ähnlich dem für rundes Stabeisen) geführt, und kommen in die Pressmaschine dergestalt, dass ihr grösserer Durchmesser in der Richtung des Druckes liegt. Sie haben, wenn sie aus der Maschine hervorgehen, die Gestalt eines 0,9 bis 1,2 *mm* langen dünnen Bandes, auf dessen zwei Flächen die halbkugeligen Erhöhungen, paarweise einander gegenüber, hervorragen. In einer zweiten Maschine (einem sogenannten Durchschnitt) werden sodann die Kugeln ausgeschnitten, wobei das Band mit runden Löchern an den Stellen, wo die Kugeln gesessen haben, abfällt.[2]) Es giebt auch Kugelpressmaschinen, welche alle Arbeiten der Reihe nach mit jeder Kugel sofort ausführen und schliesslich durch Rollen die Kugeloberfläche glätten.[3]) — Gepresste Spitzkugeln werden, wenn sie voll sind, aus Stangen auf dieselbe Weise gemacht, wie eben von den runden Kugeln angegeben worden ist; die mit Höhlung aber stellt man durch eine Maschine her, welche von dem walzenförmigen Bleistabe Stück um Stück abschneidet und sofort ein jedes Stück in eine dreiteilige Form einführt, durch deren Schliessung die Kugel entsteht, indem zwei Formteile zusammen die äussere Gestalt erzeugen und der dritte Teil (ein Stempel) die Höhlung auf der Grundfläche eindrückt. Die erforderlichen Bleistäbe werden in sehr beträcht-

---

[1]) D. p. J. 1852, **126**, 274 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1841, **79**, 346 m. Abb.; 1842, **85**, 78.
[3]) D. p. J. 1849, **112**, 105 m. Abb.

lichen Längen durch Pressen verfertigt, wie an einer späteren Stelle bei Gelegenheit der Erörterung des Röhrenpressens beschrieben ist.

4) Flintenschrot (Schrot, Bleischrot, Hagel, Schiesshagel).[1] Dieses Erzeugnis ist ein merkwürdiges Beispiel von Giesserei ohne eigentliche Giessform; denn die Schrotkörner sind in der That nichts anderes als erstarrte Bleitropfen. Die Grösse der Körner wird durch Nummern bezeichnet, welche gewöhnlich von 00, 0, 1 bis 10, auch wohl bis 12 und 16 gehen; öfters hat man auch noch gröbere Arten als 00, die man alsdann mit P und PP benennt. Die feinste Art trägt immer die höchste Nummer. Die grössten Körner haben gegen 6 *mm* im Durchmesser, die kleinsten (der sogenannte Vogeldunst) nur etwa 1 *mm* und selbst bis zu 0,6 *mm* herab; von ersteren gehen ungefähr 960, von letzteren 205 200 bis 820 000 auf 1 *kg*.

Das Blei wird zur Schrotverfertigung nicht rein, sondern stets mit einem Zusatze von Arsen (man wendet weisses Arsen mit kleingestossener Holzkohle, oder rotes Schwefelarsen, Realgar, an) verarbeitet, wodurch es mehr Fähigkeit erhält, Tropfen zu bilden. Auf 300 bis 350 *kg* Blei (gutes, weiches Blei ist wesentlich) nimmt man 1,2 bis 1,5 *kg* weisses Arsen; oder man schmilzt erst 500 *kg* Blei mit 10 *kg* rotem Arsen, und von dem dadurch gewonnenen arsenhaltigen Blei 250 *kg* mit 250 *kg* reinen Bleies zusammen. Während das Arsen mit dem Blei durch Schmelzen vereinigt wird, muss der gusseiserne Schmelzkessel mit einem blechernen, mit Lehm verstrichenen Deckel wohl verschlossen und in ziemlich starker Hitze gehalten werden.

Antimonhaltiges Blei (Hartblei, S. 57) kann mit einem geringeren Arsenzusatze verarbeitet werden, als reines; ja es soll Schrot ganz ohne Arsen, nur mit Beimischung von Antimon (2 *kg* auf 100 *kg* Blei), erzeugt werden.

Aus dem Kessel schöpft man das Blei mit einem eisernen Löffel, um es in die Schrotform zu giessen. Letztere ist eine länglich viereckige (15 bis 35 *cm* lange, 10 bis 25 *cm* breite und 6 bis 8 *cm* tiefe) oder runde (oben 22 *cm*, unten 20 *cm* weite) Pfanne von Eisenblech, ohne Füsse, deren Boden mit sehr regelmässig runden und glattrandigen (um wenigstens das Dreifache ihres Durchmessers voneinander entfernten) Löchern von einerlei Grösse versehen ist. Der Durchmesser der Löcher richtet sich nach dem Durchmesser der zu erzeugenden Schrotkörner, ist aber kleiner als diese. Für jede Schrot-Nummer ist daher eine eigene Form nötig. Um das Anhängen des Bleies an die Form zu verhindern, wird dieselbe vor dem Giessen mit Lehmwasser bestrichen und wieder getrocknet. Wollte man das Blei unmittelbar in eine Form mit nicht gar kleinen Löchern giessen, so würde es in zusammenhängenden Strömen durch die Löcher laufen; man bedeckt deshalb den Boden der Form mit Bleikrätze, Bleischaum, Bleiasche (wie sie beim Schmelzen auf der Oberfläche des Bleies entsteht); diese lockere Schicht lässt das daraufgegossene Blei allmählich durchsickern, so dass es in Tropfen durch die Löcher fällt. Diese Tropfen werden in einem Bottich mit Wasser aufgefangen und stellen in erstarrtem Zustande die Schrotkörner dar. Je heisser das Blei gegossen wird, desto kleiner fallen die Tropfen. Bei den kleinsten Arten wendet man keine Bleikrätze an, weil die engen Löcher sich bald verstopfen würden. Nach der älteren Verfahrungsweise war die Schrotform nur etwa 2 *m* hoch über dem Wasser angebracht. Hiermit ist aber der höchst wesentliche Nachteil verknüpft, dass die Tropfen entweder noch ganz flüssig oder doch erst halb erstarrt in das Wasser gelangen. Sie verlieren dadurch zum Teil ihre regelmässige Gestalt, werden birnförmig, flach oder höckerig, folglich unbrauchbar; zum Teil kühlen sie sich wenigstens ungleichmässig ab, und indem die äusserste, durch das Wasser plötzlich abgekühlte Rinde früher fest wird, entsteht durch die spätere Zusammenziehung der inneren Masse eine Höhlung in dem Korne. Ist diese einigermassen bedeutend und die ihr zunächst liegende Kruste nur dünn, so senkt sich letztere durch den äusseren Luftdruck trichterartig ein oder wird mit einem Löchelchen durchbrochen; befindet sich aber die Höhlung zufällig mehr gegen

[1] Die englische Schrotgiesserkunst, von J. N. Tuband. Heilbronn 1853.

die Mitte hin, so zeigt sich wohl auch keine Spur davon auf der Oberfläche. In beiden Fällen liegt der Schwerpunkt des Kornes ausserhalb seines Mittelpunktes und das Schrot zerstreut sich beim Schusse sehr stark.

Da der eben angezeigte wesentliche Fehler seinen Grund in der zu schnellen Abkühlung der Bleitropfen durch das Wasser hat, so ist es weit zweckmässiger, die Schrotform und den Bleikessel auf der Höhe eines turmartigen Gebäudes (Schrotturm)[1]) oder über einem aufgelassenen Bergwerksschacht anzubringen und die Tropfen durch einen Raum von wenigstens 30 bis 36 *m* Höhe herabfallen zu lassen, bevor sie in das Wasser gelangen. Hierbei haben sie Zeit, während des Falles sich vollkommen abzurunden und in der Luft gänzlich (also gleichmässiger als im Wasser) zu erstarren. Diese wichtige, jetzt allgemein eingeführte Verbesserung der Schrotfabrikation ging von England aus; sie liefert das sogenannte Patentschrot, dessen Körner regelmässig rund, ohne Einsenkungen oder Grübchen sind und viel weniger Ausschuss enthalten. Es soll für die schöne Gestalt der Körner vorteilhaft sein, das Wasser 15 *cm* hoch mit Öl zu bedecken; und wenn man statt des letzteren eine 30 *cm* dicke Schicht von beständig flüssig erhaltenem Talg anwendet, soll ohne Nachteil die Fallhöhe der Tropfen sehr bedeutend vermindert werden können.

Wird während des Falles der Bleitropfen denselben ein starker Luftstrom entgegengetrieben (welcher sowohl die Fallgeschwindigkeit etwas verringert als die Abkühlung befördert), so reicht eine mindere Fallhöhe (z. B. von 15 *m*) aus. Die hierzu dienliche Einrichtung[2]) besteht aus einer 50 *cm* weiten Eisenblechröhre, in welche unten seitwärts eine Röhre einmündet, um den Wind eines Gebläses zuzuleiten; oben auf diesem Schlauche befindet sich die Schrotform.

Das Schrot muss, nachdem es an der Luft oder in einer erwärmten eisernen Pfanne abgetrocknet ist, zunächst von allen fehlerhaften, unrunden Körnern getrennt, und dann nach der Grösse gesondert werden. Um den ersteren Zweck zu erreichen, legen die damit beauftragten Arbeiterinnen eine Menge Schrot nach der andern auf ein 75 *cm* langes, 30 *cm* breites, an den zwei langen Rändern und an einer schmalen Seite mit Leisten eingefasstes Brett (Ablaufbrett), welches sie etwas schräg auf den Knieen liegen haben; die runden Körner rollen herab und werden aufgefangen, die fehlerhaften bleiben liegen und müssen als Ausschuss wieder eingeschmolzen werden (I, 483). Diese Arbeit wiederholt man, um des vollständigen Erfolges gewisser zu sein. Man sucht auch wohl zuweilen die fehlerhaften Körner mittels eines Zängelchens heraus. Das folgende Sondern nach der Dicke der Körner ist notwendig, weil — wenngleich im ganzen eine Schrotform Körner von ziemlich einerlei Grösse liefert — doch auch grössere und kleinere sich darunter befinden. Es geschieht in kleinen Schrotgiessereien mittels Siebes, in Fabriken mittels einer Sichtmaschine (I, 490). Ersteres besteht aus einer Anzahl aufeinander gesetzter Büchsen von Weissblech, deren Böden so durchlöchert sind, dass die Löcher in der obersten Büchse am grössten und in jeder folgenden Büchse um ein wenig kleiner sind. Jede Grösse entspricht einer Nummer des Schrotes. Indem man das getrocknete Schrot in die oberste Büchse oder Abteilung giebt und das Sieb schüttelt, bleiben alle Körner, die zu gross sind, auf dem Boden liegen und die durchfallenden sondern sich von selbst nach ihrer Grösse in den einzelnen Abteilungen voneinander ab. Die Sichtmaschine ist nach dem nämlichen Grundsatz gebaut, nur sind die einzelnen Siebe mit den verschieden grossen Löchern in Gestalt länglich viereckiger Kästen (von 60 *cm* Länge, 30 *cm* Breite und 22 bis 30 *cm* Tiefe) nebeneinander aufgestellt und werden dieselben durch eine mechanische Einrichtung hin und her geschüttelt. Den Durchfall des einen Kastens bringt man in den folgenden Kasten mit etwas kleineren Löchern, in welchem wieder die noch vorhandenen grössten Körner

---

[1]) D. p. J. 1830, **38**, 357 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1850, **116**, 97 m. Abb.

zurückbleiben. Eine andere Einrichtung besteht darin, dass die mit Löchern von verschiedener Grösse versehenen Blechtafeln (welche bei der eben beschriebenen Maschine die Böden abgesonderter hölzerner Kästen bilden) in einer Reihe nacheinander in einen etwas geneigten langen Rahmen eingesetzt sind (I, 498). Dieser Rahmen, sowie ein am höchsten Ende desselben angebrachter Rumpf oder Kasten, aus welchem das Schrot nach und nach auf die Siebe läuft, wird durch ein Zackenrad geschüttelt. Unter jedem Siebe ist eine Schublade zur Aufsammlung des Durchfalles. Öfters wird erst nach dem Sondern nach der Dicke die schon beschriebene Aussonderung der unrunden Körner vorgenommen. In einigen Fabriken bedient man sich des folgenden Verfahrens, welches in gewissem Grade beide Arbeiten vereinigt: Die Schrotkörner werden in einen hölzernen Trog geschüttet, welcher unten eine 7 bis 10 *cm* weite, mit einem Schieber verschliessbare Öffnung hat. Unter diesem Troge ist eine schiefe Fläche von mässigem Neigungswinkel angebracht, auf welche die Schrote beim Öffnen des Schiebers fallen. Die schiefe Ebene hat mehrere Unterbrechungen, d. h. sie besteht aus mehreren Teilen, zwischen welchen jedesmal querüber eine 8 *cm* breite Kluft sich befindet. Die Wirkung dieser Einrichtung ist eine doppelte: es werden nämlich die unregelmässig gestalteten Körner abgesondert und auch die guten Körner nach ihrer Feinheit vorläufig gesondert. Die unrunden, z. B. birnförmigen, Körner rollen auf der geneigten Fläche nicht gerade fort, sondern beschreiben eine bogenförmige Bahn und fallen daher über die Seitenränder hinab; die runden (kugelförmigen) hingegen eilen in gerader Linie die schiefe Ebene entlang, jedoch mit verschiedener Schnelligkeit. Die grössten überspringen die Zwischenräume oder Klüfte sämtlich und sammeln sich unten in einem Behälter; die weniger grossen überspringen auch einige Zwischenräume, fallen aber in einen der letzteren hinein, wo sie von andern Gefässen aufgenommen werden; die kleinsten endlich fallen schon in die erste Kluft. Die Vollendung des Sonderns geschieht auf dem Siebe, erfordert aber viel weniger Zeit als ohne die beschriebene Vorbereitung nötig sein würde.

Um das Schrot vor dem Anlaufen durch die oxydierende Wirkung der Luft zu schützen und ihm Glanz und Glätte zu geben, wird es mit einer kleinen Menge gepulverten Reissbleies (4 bis 8 *g* auf 100 *kg* Blei) in einer um ihre Achse gedrehten, liegenden (hölzernen oder gusseisernen) Tonne gescheuert (Polieren), wodurch es eine schwärzliche Farbe annimmt, indem sich feine Stäubchen von Reissblei in die Poren des Bleies legen. Der in England gemachte Versuch, statt des Reissbleies Quecksilber oder Zinn-Amalgam anzuwenden, macht das Verfahren kostspieliger, und der dem Schrot dadurch mitgeteilte weisse Glanz ist nicht dauerhaft.

Gutes Flintenschrot muss aus richtig kugelrunden, glatten und glänzenden Körnern bestehen, unter einer Nummer nur Körner von sehr nahe gleicher Grösse enthalten und in der Dickenfolge nicht zu starke Unterschiede der Grösse bei den aufeinander folgenden Nummern darbieten.

5) Buchdrucker-Schriften (Schriftgiesserei)[1]. — Die kleinen Teile, aus welchen die Formen zum Bücherdruck zusammengesetzt werden und die man unter dem allgemeinen Namen Typen (in engerem Sinne, sofern namentlich von Buchstabentypen die Rede ist, auch Lettern) versteht, sind aus einer Mischung von Blei und Antimon, öfters mit noch anderen Zusätzen (Schriftzeug, S. 58) gegossen, und enthalten die mit Farbe auf das Papier zu übertragenden Buchstaben u. s. w. in verkehrter (d. h. einem Spiegelbilde entsprechender) erhabener Darstellung.

---

[1]) A. Henze, Handbuch der Schriftgiesserei und der verwandten Nebenzweige. Weimar 1844 (138. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — C. Hartmann, Handbuch der Metallgiesserei, Weimar 1840, S. 637. — Technologische Encyklopädie, Bd. XVI, XVII, XVIII. Abhandlungen: Stereotypie und Schriftgiesserei m. zahlr. Abb. — J. K. Bachmann, Die Schriftgiesserei, Leipzig 1867.

Nebst den eigentlichen Schriften (Buchstaben mit dazu erforderlichen Ziffern, Schriftzeichen u. dgl.) gehören dahin: Zeichen verschiedener Art (mathematische, chemische, Kalenderzeichen u. s. w.); einfache und verzierte Linien, Röschen, Einfassungen; ferner die nicht zum Abdrucke, sondern nur zur Ausfüllung der im Drucke leer bleibenden Räume bestimmten Ausschliessungen (nämlich Quadrate oder Gevierte, Halbgevierte und Spatien); endlich der Durchschuss, welcher zwischen die Zeilen eingesetzt wird, wenn man sie in grösseren Abstand voneinander bringen will (teils dünne Streifen von der Länge der Zeilen: Durchschusslinien, teils kürzere dickere Stücke: Konkordanzquadrate). — Die Lettern sind vierseitig prismatische Stäbchen von 23 bis 25 *mm* Höhe (Papierhöhe), welche auf der oberen Endfläche (Auge) das Bild der Buchstaben u. s. w. tragen. Die Dicke dieser Stäbchen, in der Richtung der Höhe der Buchstaben gemessen, heisst der Kegel, Schriftkegel, beträgt von etwa 1 *mm* bis zu 30 *mm* und darüber, und wird in seinen zahlreichen Abstufungen durch eigene Namen bezeichnet. Jede Letter besitzt nahe am Fusse und zwar auf der Fläche, welche dem unteren Ende des Buchstabens entspricht, eine halbrunde Auskerbung (Signatur), welche beim Zusammenreihen der Lettern als ein fühlbares Merkmal dient, um ohne Ansehen die richtige Stellung zu finden.

Die Giessform des Schriftgiessers (das Instrument, Giessinstrument)[1]) ist aus messingenen, eisernen und hölzernen Bestandteilen zusammengesetzt; in dieselbe wird ein genau rechtwinklig zugerichtetes Stück Kupfer eingelegt, welches den vertieften Abdruck des zu giessenden Buchstabens oder Zeichens enthält (die Matrize, Mater). Teils durch Wechseln einiger Bestandstücke — namentlich jedenfalls der Mater, — teils durch blosse Verschiebung anderer, wird das Instrument zum Giessen verschiedener Arten und Grössen von Buchstaben geeignet gemacht; und daraus allein geht dessen ziemlich künstliche Zusammensetzung hervor, welche bei der Einfachheit der darin erzeugten Gussstücke sonst nicht nötig wäre. Die Metallbestandteile des Instrumentes sind in zwei hölzerne Schalen eingeschlossen, damit sie nicht durch die Hitze den Händen des Giessers beschwerlich fallen; das Ganze lässt sich mittels dieser Schalen augenblicklich in zwei Teile trennen und ebenso schnell wieder zusammensetzen (schliessen). Das Eingiessen des Metalles geschieht durch einen hohen trichterartigen Kanal, welcher auf dem (beim Gusse nach oben gekehrten) Fussende der Letter mündet.

Zur Verfertigung der Matern wird für jeden Buchstaben und jedes Zeichen eine Punze in Stahl geschnitten (Patrize oder Stempel)[2]), welche man nachher in das Kupferstück mittels des Hammers einschlägt, um den erforderlichen vertieften Abdruck (Abschlag) zu bilden; zuletzt wird die Mater zur richtigen Gestalt und Grösse befeilt (das Justieren). Ohne Stahlstempel stellt man, über Typen von Schriftzeug, Matern durch Galvanoplastik dar, und zwar in Gestalt von Plättchen, welche man sodann mit Schriftzeug umgiesst, um ihnen den erforderlichen Körper zu geben.

Das Giessen geschieht vor einem gemauerten kleinen Ofen von trommelförmiger Gestalt, auf dessen oberer Fläche ein runder gusseiserner Kessel (die Giesspfanne) eingesetzt ist, um in diesem das Schriftzeug beständig flüssig zu erhalten. Zur Ableitung der Metalldämpfe ist nahe über dem Kessel ein blecherner Hut von der Gestalt eines umgestürzten Trichters angebracht, dessen weiter fortgesetztes Rohr in den Schornstein mündet und durch welchen man zweckmässig einen künstlich erregten Luftzug leitet[3]). Drei oder vier Arbeiter stehen um den Giessofen herum an einer tischartigen hölzernen Einfassung, jeder mit einer Giessform und einem kleinen eisernen Löffel ausgerüstet. Der Giesser hält die zusammengesetzte (geschlossene) Form in der linken Hand, schöpft mit dem Löffel in seiner Rechten etwas Metall aus dem Kessel und

---

[1]) Meyer's Journal f. Buchdruckerkunst u. s. w. 1852, No. 21; 1853, No. 14.

[2]) Prechtl, Technolog. Encyklopädie, Bd. XVI, S. 379 m. Abb.

[3]) Gewerbe-Blatt für Sachsen, IV. Jahrg., Chemnitz 1839, S. 270.

giesst es in den Einguss, so dass dieser sich ganz damit füllt. In demselben Augenblicke befördert er durch eine eigentümliche schwingende Bewegung der Form das Eindringen des Metalles in die feinsten Vertiefungen der Mater; dann öffnet er ohne Verzug (nach Weglegung des Löffels) die Form mit der rechten Hand, wirft die gegossene Letter heraus, und schliesst sie wieder, um den nächsten Guss zu machen. — Für Klammern, Linien, Ausschliessungen gebraucht man grössere, übrigens ähnlich eingerichtete Giesswerkzeuge, wie jene für die Lettern sind.

In den englischen Schriftgiessereien arbeiten niemals mehrere Giesser an einem Ofen, sondern jeder hat sein eigenes Feuer und seine eigene Pfanne. Letztere ist im lichten Durchmesser etwa 20 *cm* gross und mit einem umzulegenden korbhenkelartigen Bügel von Eisendraht versehen, an dem sie jederzeit leicht vom Ofen abgehoben werden kann. In der den Fenstern des Giesssaales gegenüber befindlichen Mauer, längs welcher die Arbeiter in einer Reihe angestellt sind, läuft schräg ansteigend ein Zugkanal, in welchen die Züge aller einzelnen Öfen einmünden. Jeder Giesser ist von dem nächsten durch eine Wand oder einen Schirm von Schwarzblech getrennt, gegen welchen das beim Schütteln des Giessinstrumentes herausgeworfene Metall fliegt, um daran (da der Schirm etwas geneigt ist) herabzulaufen. Diese Absonderung der Giesser voneinander erfordert vielleicht etwas mehr Feuerung, gewährt aber den Vorteil, dass ein jeder den Hitzegrad seines Metalles für sich so regeln kann, wie die zu giessende Schriftgattung erfordert.

Die ganze Reihe von Handgriffen, welche zum Giessen einer Letter erfordert wird, verläuft mit solcher Schnelligkeit, dass von kleiner Schrift ein fleissiger Arbeiter 12 Güsse in einer Minute macht; der Regel nach kann man als höchste Leistung für die Stunde ungefähr 700 Stück von kleiner Schrift, oder (mit Rücksicht auf die kleinen Unterbrechungen) für einen Tag von 12 Arbeitsstunden etwa 7000 Stück rechnen; gewöhnlich werden nicht über 4000 bis 5000 geliefert. Das Giessen grosser Schriften geht viel langsamer von statten.

Es sind verschiedene mechanische Vorrichtungen zur Schriftgiesserei in Anwendung gekommen:

a. Clichier-(Klischier-)Maschine, zur Darstellung der allergrössten Lettern.[1]) Das Wesentlichste derselben besteht darin, dass eine Giessform, in welche die Mater von oben her (mit dem Abschlage nach unten) eingelegt wird, auf einer wagerechten gusseisernen Grundplatte befestigt ist, dass neben dieser Form sich eine grosse viereckige (z. B. 7 *cm* im Quadrat messende, 10 *cm* tiefe) Eingussöffnung befindet, welche mittels eines engen Kanals durch die Seitenwand der Form in diese letztere einmündet, und das Metall gewaltsam durch einen raschen Schlag in die Form getrieben wird. Zu diesem Behufe ist auf der Grundplatte eine Art Fallwerk angebracht, bestehend aus einer in Leitungen senkrecht auf und ab beweglichen Eisenstange von etwa 1,2 *m* Höhe bei 45 *mm* Dicke, welche am oberen Ende mittels einer aufgesetzten Kugel beschwert ist, unten aber einen würfelförmigen eisernen, in die Eingussöffnung passenden Klotz (Bär) trägt. Die Stange mit dem Klotze wird aufgehoben; man giesst die nötige Menge Metall in die Eingussöffnung und lässt dann sogleich die Stange fallen, wobei deren Klotz auf das flüssige Metall schlägt und dasselbe durch den Seitenkanal in die von der Mater bedeckte Formhöhlung treibt. Zum Ausgange der Luft aus der Form sind eigene feine Öffnungen angebracht.

b. Giesspumpe[2]), zum Giessen grosser wie kleiner Schriftgattungen. — In dem mit flüssigem Schriftzeug gefüllten Kessel steht eine kleine eiserne Druckpumpe, deren Kolben durch den Druck der Hand auf einen Hebel niedergedrückt wird und durch eine Röhre mit Mundstück das Metall in das vorge-

---

[1]) J. H. Meyer's Journal für Buchdruckerkunst u. s. w., Jahrg. 1838, No. 1.
[2]) D. p. J. 1845, **95**, 12 m. Abb. — Meyer's Journal für Buchdruckerkunst u. s. w. 1850, No. 5.

haltene gewöhnliche Giessinstrument spritzt. Die Pumpe ersetzt aber nur den Giesslöffel; alles übrige bleibt Handarbeit. Beim Nachlassen des Hebels wird derselbe samt dem Kolben durch eine starke Feder wieder gehoben. Da ein Ventil in dieser Pumpe unanwendbar sein würde, so füllt sich der Stiefel durch Einlaufen des Metalles von oben oder mittels zweier seitlich durchgebohrter Löcher; für den ersteren Fall ist der Kolben am unteren Ende auf eine Strecke seitwärts flach abgefeilt, so dass er bei seinem höchsten Stande eine Öffnung im Stiefel frei lässt; für den zweiten Fall hat er zwar durchgehends die volle Walzengestalt, wird aber bis über jene Seitenlöcher des Stiefels gehoben, um unter sich das Metall einzulassen. Hier wie dort ist der Kolben eine eiserne in den Stiefel nahezu passende Walze ohne weitere Dichtungsvorrichtung. — Die Giesspumpe beschleunigt des Giessgeschäft, liefert aber wegen des gewaltsamen raschen Einspritzens der Metallmasse in die Form — wobei die Luft nicht völlig entweichen kann, Lettern mit Höhlungen im Innern, so dass deren Gewicht oft nur drei Viertel vom Gewichte der mit dem Löffel gegossenen beträgt.

c. Giessmaschine, Letterngiessmaschine[1]). Sie besteht aus einer Verbindung der eben beschriebenen Giesspumpe mit der Form in solcher Art, dass letztere nicht mit der Hand bedient wird, sondern alle Bewegungen (das Pumpen, das Öffnen und Schliessen der Form, dessen Annäherung an das Mundstück der Pumpe und nachher das Zurückziehen, das Herauswerfen der gegossenen Lettern) durch besondere Mechanismen bewirkt werden. Der Betrieb des Ganzen findet durch Umdrehung der Kurbel an einem Schwungrade statt. Im gehörigen Gange liefert die Maschine 40 bis 70 Güsse (also ebensoviel Stück) in einer Minute; dennoch werden, der unvermeidlichen Störungen wegen, nur 12000 bis 20000 Stück in einem Tage von 10 Arbeitsstunden erzeugt.

Zurichtung der gegossenen Typen. — Auf den rohen gegossenen Typen sitzt der vierseitig pyramidenförmige Anguss, Gusszapfen, welcher durch Ausfüllung des Gussloches entstand, und zum Teil trichterartig hohl ist, weil durch die beim Giessen stattfindende Schüttelung etwas Metall noch flüssig wieder herausgeworfen wurde. Die Lettern kommen nun zunächst in die Hände von Knaben, welche die Angüsse abbrechen (2000 bis 5000 in einer Stunde). Dann folgt das Abschleifen des Grates oder der feinen hervorspringenden Gussnaht, welche durch Eindringen des Metalles in die Fugen der Form an zwei schräg einander gegenüber stehenden Kanten entstanden ist. Dies wird ebenfalls von Knaben ausgeführt, welche auf einem flachen feinkörnigen Sandsteine jede Letter mit den beiden breiten Seitenflächen rasch ein- oder ein paarmal hin und her schieben. Diese Behandlung (Schleifen) kann von einem Knaben wohl mit 2000 Lettern in einer Stunde vorgenommen werden; man hat aber auch Letternschleifmaschinen[2]), welche zwischen zwei mit Feilenhieb versehenen Stahlplatten beide Flächen zugleich abschleifen, die Lettern selbst einführen und auswerfen und mit Kurbel und Schwungrad durch Treten bewegt werden. — Auf das Schleifen folgt das Bestossen. Die Lettern werden dazu in Reihen aufgesetzt, und diese zwischen zwei eisernen Linealen auf dem Bestosstische eingeklemmt. Das Auge ist zuerst nach unten gekehrt und der Fuss, mit der Spur des weggebrochenen Angusses, befindet sich oben. Bei dieser Stellung wird mittels eines eigentümlichen Hobels die Spur des Angusses weggehobelt, und zwar so tief, dass auf der Fussfläche der Lettern eine Furche oder Auskehlung entsteht. Auf dem Bestosstische muss endlich auch noch jene Kante der Lettern, welche sich auf dem Buchstabenende (Auge) an der Signaturseite befindet, schräg abgehobelt werden, wozu man die Letternreihe umkehrt (auf das Fussende stellt), also das Auge nach oben bringt, und hierauf den nämlichen Hobel, in demselben aber ein anders gestaltetes Schneideisen anwendet.

---

[1]) D. p. J., **104**, 248 m. Abb., **126**, 270 m. Abb. — Journal für Buchdruckerkunst u. s. w. Herausgegeben von J. H. Meyer, Braunschweig, Jahrg. 1846, No. 18; Jahrg. 1848, No. 11. — Génie ind. VI. 201.

[2]) Meyer's Journal für Buchdruckerkunst u. s. w. Jahrg. 1848, No. 19.

Hin und wieder hat man, mit sehr bedeutendem Nutzen für die Dauerhaftigkeit der Lettern, eine galvanische Verkupferung oder Vernickelung derselben auf ihrer Bildfläche vorgenommen.

Gegossene Linien werden (statt des Abschleifens) zur Glättung ihrer Seitenflächen in einer Art Ziehbank unter einem schneidigen Eisen durchgezogen. Die Kante, welche sich abdrucken soll, wird ebenfalls auf dem Bestosstische mittels zweckmässig gestalteter Hobeleisen zugerichtet, bei breiten Linien oft mit einer oder mehreren Furchen versehen, wodurch sie im Abdrucke das Ansehen zweier oder mehrerer gleichlaufender Striche darbieten (sogenannte azurierte Linien).

Dem Giessen der Buchdruckerschriften sind hier zwei dem Zwecke und teilweise der Ausführung nach sehr verwandte Arbeiten anzureihen, nämlich das Abklatschen und das Stereotypieren.

Durch Abklatschen, Clichieren vervielfältigt man in Holz oder Metall geschnittene Zeichnungen, um sie als Verzierungen, Einfassungen u. s. w. zum Bücherdruck zu gebrauchen; ferner Münzen u. dgl. Von der Vorlage wird zunächst ein Abdruck genommen, welcher dann als Form (Mater) dient, um eine beliebige Anzahl Nachbildungen herzustellen. Zu den Matern wird Blei, Schriftzeug, auch Kupfer angewendet; die ersteren beiden gestatten die Verfertigung derselben durch Abklatschen, da sie leichtflüssig sind; in Blei können Messing- und Stahlschnitte auch kalt eingepresst werden; kupferne Matern gewinnt man, sofern die Vorlage von Stahl ist, ebenfalls durch kaltes Einpressen (Abprägen), über andere aber mittels der Galvanoplastik. In jedem Falle ist die Mater ein höchst getreuer — aber entgegengesetzter — Abdruck der Vorlage in Gestalt einer mehr oder weniger dünnen Platte, welche zu bequemerer Handhabung beim Abklatschen auf einem Stücke Holz befestigt wird. Als Stoff zur Darstellung des Abklatsches eignen sich besonders solche leichtschmelzende Metallmischungen, welche beim Abkühlen nach der Schmelzung langsam erstarren und dabei für kurze Zeit einen dickflüssigen, fast breiartigen Zwischenzustand annehmen, wie es vorzugsweise bei Legierungen aus Blei, Zinn und Wismut (S. 55), sowie aus gleichen Teilen Zinn und Blei, der Fall ist; übrigens taugt auch das Schriftzeug, selbst Blei ohne Zusatz. Das Metall wird in einer gleichmässigen, nur 3 bis 4 *mm* hohen Schicht auf Papier gegossen (dessen Ränder man aufgebogen hat, um eine Art niedrigen Kästchens zu bilden); dann fasst man die Mater mit der Hand und schlägt sie, schnell und kraftvoll, senkrecht auf das Metall nieder in dem Augenblicke, wo letzteres dem Erstarren nahe ist. Da hierbei das Metall gewaltsam in die feinsten Vertiefungen der Mater hineingetrieben wird, so gewinnt der Abdruck eine Schärfe und Genauigkeit, welche durch Guss der Regel nach nicht zu erreichen ist. Das Verfahren muss aber mit Vorsicht (wegen der herumspritzenden Metallteile) ausgeführt werden, und misslingt leicht, besonders bei etwas grossen Gegenständen, zu welchen daher — schon des erforderlichen Kraftaufwandes wegen — ein Fall- oder Schlagwerk (Clichiermaschine)[1]) angewendet werden muss. — Die zum Drucken bestimmten Abklatsche werden auf Holzklötze genagelt oder auf Unterlagen von Schriftzeug mittels Schnelllot festgelötet.

Stereotypieren. — Metallene Formen zum Bücherdruck, welche nicht aus einzelnen Typen zusammengesetzt, sondern aus ganzen Platten gebildet sind, nennt man Stereotypen, und ihre Verfertigung das Stereotypieren.[2]) Die erste Grundlage zu den Stereotypen ist jedenfalls ein gewöhnlicher aus beweglichen Typen zusammengestellter Satz, von welchem eine Mater genommen

---

[1]) Prechtl, Technol. Encyklopädie, Bd. I, S. 63 m. Abb.

[2]) Technol. Encyklopädie, Bd. XVIII, S. 1—145 m. Abb. — H. Meyer, Handbuch der Stereotypie. Braunschweig 1838. — Hartmann's Handbuch der Metallgiesserei, S. 686. — Henze, Handbuch der Schriftgiesserei, S. 188. — A. Isermann, Anleitung zur Stereotypen-Giesserei in Gips- und Papiermatrizen. Leipzig 1869.

wird, um in letzterer sodann die Druckplatten zu verfertigen. Unter den verschiedenen Verfahren der Mater-Anfertigung ist gegenwärtig die durch Aufgiessen von Gips auf den Typensatz hauptsächlich im Gebrauch. Die Gipsmatern werden sodann in der stark erhitzten Metallmischung (6 Blei, 1 Antimon; oder 75 bis 120 Blei, 15 Antimon, 1 Zinn; oder 70 Blei, 30 Antimon, 2 Zinn, 1 Wismut) untergetaucht oder in einer von zwei gusseisernen Platten gebildeten Giessform[1]) mittels eines Löffels damit ausgegossen. Ziemliche Anwendung macht man ferner von Papiermatern, wozu man mehrere Bogen feinen Papieres mit Stärkekleister aufeinander klebt und die so gebildete dünne Pappe, während sie noch gehörig feucht und weich ist, durch Aufschlagen mit der Bürste in den Typensatz einpresst; das Abgiessen in Metall geschieht dann mittels einer Form wie vorstehend.[2]) Die auf eine oder die andere Art dargestellten Stereotypplatten werden schliesslich auf der Rückseite abgehobelt oder in der Drehbank abgedreht und auf Holztafeln genagelt. — Mittels Gipsmatern pflegt man meistenteils auch die Holzschnitte zu Verzierungen zu vervielfältigen, statt sie abzuklatschen.

6) Kunstguss aus Blei. Figuren u. dgl. giesst man zuweilen aus Blei, welches in dieser Anwendung wohl auch weiche Bronze (als Ersatz der eigentlichen Bronze oder harten Bronze, S. 82) genannt, aber in der Regel nicht rein, sondern mit Antimon oder mit Antimon und Zinn versetzt angewendet wird. Die für diesen Zweig der Giesserei üblichen Verfahren kommen ganz übereinstimmend auch für manche Fälle des Kunstgusses aus Zink und aus Zinnlegierungen zur Ausübung. Sie bestehen meist in einer Nachahmung derjenigen Verfahrungsarten, mittels welcher man die Formen zum Bronze-Kunstguss herstellt (S. 142). Für kleinere Figuren u. dgl. von weniger als 1 *m* Höhe erleichtert man sich die Arbeit sehr durch Benutzung elastischer Modelle auf folgende Art. Über einem aus Thon gebildeten oder aus Gips gegossenen Modelle fertigt man, durch stufenweises Aufgiessen eines Gemenges von gebranntem Gips und Wasser, eine Form in so vielen Stücken als nach reiflicher Beurteilung erforderlich ist, wobei nur bemerkt werden muss, dass man die Zahl der Stücke so klein als möglich nimmt und keineswegs darauf besteht, jedes einzelne Formstück ohne weiteres vom Modelle abheben zu können, vielmehr (sofern dies zugelassen wird) das Modell opfert, indem man diejenigen vorragenden Teile desselben, welche sich ihrer Gestalt und Stellung wegen nicht ablösen können, durch Herausbrechen beseitigt. Die so gebildete und ordentlich zusammengestellte, inwendig gefirniste Gipsform wird mit heisser und möglichst starker Leimauflösung (der man wohl einen kleinen Anteil Sirup zusetzt) vollgegossen. Nach dem Erkalten — wobei der Leim die Beschaffenheit einer zäh-elastischen Gallerte annimmt — lässt sich das so gewonnene Leim-Modell ohne Beschädigung aus der Form nehmen; um weit freistehenden Teilen desselben (z. B. ausgestreckten Armen u. dgl.) Haltbarkeit zu geben, hat man in diese beim Gusse zweckmässig angebrachte Holzstäbchen eingeschlossen. Über das etwas abgetrocknete und mit Leinölfirnis überzogene Modell wird ferner aus einer Zusammensetzung von Ziegelmehl, feinem Formsand, Gips und Wasser eine zweite Form gegossen, welche aber nur aus sehr wenigen Stücken (z. B. 4 bis 8) besteht, und wegen der weichen, elastischen Natur des Modelles dennoch leicht von diesem befreit werden kann. Die Stücke dieser Form werden vorsichtig getrocknet, dann bei sehr gelinder Glühhitze gebrannt, und sind nun zum Gebrauche fertig. Man kleidet sie zunächst auf der Innenseite mit einer Wachs- oder Thonschicht so dick aus, als die Metallstärke des Gusses verlangt wird, stellt sie so zusammen und bildet durch Vollgiessen mit eben jener Gips-Sand-Ziegelmehl-Masse den Kern. Nimmt man hierauf die Form vom Kerne ab, entfernt aus derselben das Wachs- oder Thonfutter und stellt sie abermals um den Kern zusammen, so ist sie zum Eingiessen des Bleigemisches (oder

---

[1]) D. p. J. 1858, **147**, 172.

[2]) Th. Archimowitz, Die Papier-Stereotypie. Karlsruhe 1862. Meyer's Journal für Buchdruckerkunst u. s. w. 1864, No. 45.

Zinkes) bereit. Der Kern bleibt gewöhnlich in dem Gusse eingeschlossen; dass man denselben, zur Stützung in der Form, mit herausragenden eisernen Drähten oder Röhrchen versehen müsse, bedarf kaum des Erwähnens.

Zum Bronze-Guss sind die hier beschriebenen Formen nicht anwendbar, weil sie der dabei einwirkenden viel grösseren Hitze nicht widerstehen. Vielleicht erweist sich für sie ein neueres Verfahren [1]) als brauchbar.

7. Zinngiesserei.

Die Zinngusswaren bestehen gewöhnlich aus mit Blei versetztem, seltener aus reinem Zinn: besonders dann, wenn durch den Bleigehalt keine Gefahr für die Gesundheit entsteht, wenn man hauptsächlich nach Wohlfeilheit trachten muss und wenn man möglichst scharfe Güsse haben will, wird der Zusatz von Blei stark erhöht; denn das sehr bleihaltige Zinn füllt die Formen besser aus als das reine. So werden die zinnernen Modelle der Gelbgiesser, die Verzierungen, welche man vergoldet auf hölzernen Rahmen anbringt, die als Kinderspielzeug dienenden Soldatenfiguren u. dgl. aus einer Mischung von ungefähr gleich viel Zinn und Blei gegossen. Zum Giessen des Zinnes dienen Sandformen (die man gleich jenen für den Messingguss herstellt), wenn man von dem Gegenstande, welcher erzeugt werden soll, ein Modell besitzt und nur sehr wenige Abgüsse erfordert werden. Da aber die meisten Zinngüsse Handelsware sind und daher in grösserer Zahl verfertigt werden, so bedient man sich auch in der Regel fester (bleibender) Formen, die man aus verschiedenen Stoffen herstellt. Die dauerhaftesten, aber auch kostspieligsten Formen liefert Messing; statt desselben gebraucht man oft das wohlfeilere Gusseisen und zu den Gegenständen aus Britannia-Metall (S. 54) teilweise Stahl. Sehr gewöhnlich für grössere Formen war früher auch die Anwendung eines feinkörnigen, festen Sandsteines, der aber weniger Dauerhaftigkeit gewährt und sehr dick sein muss, wodurch die Formen leicht unbequem werden. Serpentin wird selten gebraucht; er ist teuer und zerspringt bei zu plötzlicher Erhitzung, lässt sich aber sehr glatt bearbeiten und liefert daher schöne Güsse. Blauer Schiefer (dickspaltiger Thonschiefer) dient für kleine Formen zu dünnen Gegenständen, empfiehlt sich durch die Leichtigkeit, mit welcher er gedrechselt, geschabt und mittels Grabstichels bearbeitet werden kann, zerspringt aber bei unvorsichtigem Erhitzen. Formen aus Gips sind durch Giessen desselben über ein Modell mit Leichtigkeit darzustellen, und dienen daher besonders gut für Gegenstände von geschweifter und ähnlicher Gestalt, wo die Ausarbeitung anderer Formen zu mühsam und kostspielig sein würde; sie zerspringen aber ebenfalls, wenn man sie nicht vor dem Gebrauche sehr vorsichtig erwärmt, und bröckeln bei wiederholtem Giessen, durch die Hitze mürbe gemacht, ab — daher sie nur eine beschränkte Anzahl von Abgüssen aushalten. Kleine Formen, welche man über ein hölzernes oder bleiernes Modell giesst, macht man nicht selten aus Blei oder selbst aus Zinn; sie müssen (besonders die zinnernen) ziemlich dick

[1]) Stahl und Eisen 1888, S. 9.

sein, und darf man nicht zu heiss darein giessen, um keine Schmelzung derselben zu veranlassen. Endlich können bei einzelnen Gelegenheiten sogar Holz und Papier Bestandteile solcher Formen bilden, in denen man nur wenige Abgüsse zu machen beabsichtigt.

Die Giessformen aus Metall und Stein müssen vor dem Eingiessen erwärmt werden, damit sie nicht das Zinn zu schnell abkühlen und es zum Erstarren bringen, bevor noch die ganze Höhlung angefüllt ist; steinerne auch deshalb, um dem Zerspringen durch die Hitze des Zinnes vorzubeugen. Messingene und eiserne Formen versieht man mit hölzernen Handgriffen, um sie ohne Beschwerde halten zu können. Um dem Anhängen des Zinnes an die Formwände vorzubeugen, giebt man letzteren, wenn sie von Metall sind, einen Überzug von Russ durch Anrauchen über einem Feuer von Kienholz, auch (bei ganz kleinen Formen) über der Licht- oder Lampenflamme, oder man bestreicht sie mit Wasser, in welchem Bolus, Töpferthon, Lehm, Eisenocker zerrührt ist, und lässt diesen Anstrich trocknen; sehr gut und dauerhaft ist ein Anstrich mit einer Mischung von Kienruss, Eiweiss und Essig. Sandsteinformen überzieht man mit in Wasser angerührter Kreide. — Das Zinn muss zum Gusse gehörig heiss sein und wird mit einem eisernen Löffel aus dem Kessel oder der Pfanne geschöpft und in die Formen gegossen. Man unterscheidet das Heissgiessen und Kaltgiessen. Das erstere ist nur bei messingenen oder eisernen Formen anwendbar und wird das Zinn dabei fast bis zum Anfange des Glühens erhitzt. Die Form — welche durch Eintauchen in das Zinn selbst erhitzt wird — kühlt man, während das Zinn darin noch flüssig ist (sogar schon während des Eingiessens) mittels eines nassen Lappens, wodurch der Guss eine glatte, von Grübchen freie Oberfläche erhält. Indem nämlich die vom Eingusse entferntesten Teile zuerst gekühlt und also zum Erstarren gebracht werden, kann sich die durch das Schwinden des Zinnes entstehende Leere aus dem noch flüssigen Teile füllen. Durch das Heissgiessen (und Kühlen) erhält das Zinn ausserdem einen besondern Grad von Härte, Steifheit und Klang; auch giessen sich feine scharfrandige Teile (z. B. die Gänge eines Schraubengewindes) bei diesem Verfahren vorzugsweise rein aus. Beim Kaltgiessen (sowohl in messingenen Formen als in solchen von anderen Stoffen (giebt man dem Zinn nur so viel Hitze, dass es auf der Oberfläche nicht farbig anläuft. Wenn hier die Form nicht schon vorläufig erwärmt ist, so wird sie bald durch das Giessen selbst warm genug, wobei aber die ersten Güsse unvollständig ausfallen.

Die Formen werden beim Giessen überhaupt entweder in der Hand oder zwischen den Knieen gehalten, oder in eine einfache hölzerne Schraubenpresse eingespannt, welche vor dem Eingiessen in eine zum Guss bequeme geneigte Lage gebracht wird. Die Ablösung des Gusses von der geöffneten Form wird bewirkt, indem man gegen die letztere mit einer Bleistange stösst, nachdem das Gussstück mittels eines nassen Pinsels oder Lappens abgekühlt ist, um nicht bei der Erschütterung zu zerbrechen (da es in der dem Schmelzen noch nahen Hitze sehr mürbe ist).

In der Regel werden nur Gegenstände von einfacher Gestalt als Ganzes gegossen; viele, besonders hohle Stücke, giesst man in mehreren Teilen, die man nachher durch Löten vereinigt: auf diese Weise umgeht man die Notwendigkeit sehr zusammengesetzter, daher teurer und beim Gebrauche schwierig zu behandelnder Giessformen. Von solchen macht man nur in grossen Fabriken, im besondern bei Verfertigung der Gegenstände aus Britannia-Metall, Anwendung. Die meisten gewöhnlichen Zinngiesserformen bestehen demungeachtet aus mehreren Teilen, wobei zu bemerken ist, dass deren Teilungslinien zweckmässig gewählt sein müssen, damit der Guss sich leicht von der Form, ohne Beschädigung des einen oder der andern, trennen lässt. Dort, wo sich die Formteile

berühren, muss ein Schloss angebracht sein, d. h. einige Stifte oder Zapfen, ein erhabener Rand u. dgl. an einem Teile, wofür der andere Teil entsprechende Vertiefungen besitzt: hierdurch wird das richtige Zusammenpassen der Teile gesichert. Die äusseren, den Kern umgebenden Teile an den Formen für hohle Gegenstände bezeichnet der Zinngiesser mit dem Namen Hobel. Der Einguss wird in trichterähnlicher Gestalt an einer Stelle angebracht, von welcher aus das Zinn am schnellsten nach allen Teilen der Formhöhlung gelangen kann; oft ist man genötigt, denselben in mehreren Zweigkanälen einmünden zu lassen, um die Füllung sicher und schnell zu bewirken.

Folgende Übersicht von Beispielen umfasst die bei Zinngiesserformen vorkommenden wesentlich verschiedenen Fälle:

a. Ganz flache oder nur wenig vertiefte Gegenstände.

1) Eine Platte. Die Form kann aus zwei glatten, mit feiner Pappe (Tuchpressspan) belegten Brettern bestehen, zwischen welche man Leisten von der Dicke der beabsichtigten Platte dergestalt einlegt, dass durch dieselben der viereckige Umfang an drei Seiten begrenzt wird, während die vierte Seite zum Eingiessen offen bleibt. Dauerhafter wird eine solche Form aus Messing hergestellt, nämlich aus zwei Platten, von welchen die eine an drei Seiten mit einer aufgenieteten Randeinfassung versehen ist.

Derartige Formen sind bei Platten von sehr beträchtlicher Länge nicht anwendbar und müssen alsdann durch die einfachere Vorrichtung ersetzt werden, welche zum Giessen der Zinnplatten bei den Orgelbauern in Gebrauch ist (S. 145). — Sehr dünne Zinnblätter können auf dieselbe Art hergestellt werden, wie das gegossene Tabakblei (S. 148); man stellt aber dazu die Giesstafel sehr steil — unter 75 Grad zur Wagerechten geneigt — auf; das Zinn muss rein, namentlich bleifrei sein, sonst erhält man keine glatten und ganzen Blätter.[1]) Diese Art Giesserei kann mit Hilfe einer mechanischen Einrichtung betrieben werden, indem man durch Riemen ohne Ende zwei Zinnkästchen bewegen lässt, von welchen das eine oben auf die Giesstafel tritt und mit Zinn gefüllt wird, sobald das andere unten angekommen ist und seinen Metallüberschuss geleert hat. Auf solche Weise können zwei Mann, von einem Kinde unterstützt täglich 300 Blätter giessen, von welchen jedes 2,4 *m* lang, 1,05 *m* breit ist und 1,7 bis 1,8 *kg* wiegt (Dicke etwa 0,095 *mm*).[2])

2) Ein Löffel. Messingene zweiteilige Form; der eine Teil die Gestalt der gewölbten, der andere Teil die Gestalt der hohlen Seite, jeder überdies die halbe Vertiefung für den Stiel enthaltend. Der Einguss am Ende des Stieles.

3) Ein Ring. Form aus Messing oder Schiefer; zweiteilig; jeder Teil die Vertiefung für die halbe Dicke des Ringes enthaltend; Einguss an einem beliebigen Punkte des Umkreises, in der Ebene des Ringes.

4) Kleine (flache) Figuren, als Kinderspielzeug (Soldaten, Kanonen, Bäume u. s. w.). Messing oder Schiefer; zweiteilig; jeder Teil mit der Vertiefung versehen, welche der einen Seite des Gegenstandes entspricht. Der Einguss am oberen Ende. Die Form ist unten offen und enthält auf ihrer Bodenfläche die seichte Vertiefung, in welcher sich das als Fuss des Gegenstandes dienende Plättchen bildet; sie wird zum Gusse auf ein Kartenblatt gestellt und dadurch geschlossen. Rechnet man die Karte dazu, welche nur zur Ersparung einer metallenen Platte dient, so ist die Form dreiteilig.

5) Eine Schale, ein Teller, ein Krugdeckel. Form z. B. von Sandstein oder von Messing; zweiteilig; der eine Teil die Vertiefung für die hohle Unterseite des Tellers, der andere Teil die Hervorragung (den Kern) enthaltend, welche die Gestalt der hohlen Oberseite bestimmt. Der Einguss befindet sich an einer Stelle des Teller-Randes.

[1]) D. p. J. 1859, **154**, 378 m. Abb.

[2]) Bulletin d'Encouragement 1860, p. 513.

6) Ein Henkel zu einem Topfe. — Die Form kann von Zinn oder Blei u. s. w. sein; zweiteilig; in jedem Teile eine Vertiefung, welche der Hälfte des in seiner Dicke zerschnitten gedachten Henkels gleicht.

7) Ein Henkel zu einem Kruge, mit angegossenem Gelenkteil. — Die Form von Blei oder Messing besteht aus zwei Hauptplatten, zwischen welchen die den Henkel von aussen begrenzenden Teile ringsherum wie ein beweglicher Rand eingelegt sind. Eines dieser Stücke enthält die scheibenförmigen Ansätze, zwischen welchen sich die Lappen des Gelenkes bilden und durch welche ein eiserner Stift gesteckt wird, um in dem gegossenen Gelenkteil die Löcher auszusparen. Die eine Hauptplatte trägt in der Mitte eine Erhöhung, deren Umriss der inneren Schweifung des Henkels gleich ist, und welche nach dem Zusammensetzen der Form die ebene Innenfläche der anderen Platte berühren, also von einerlei Höhe mit den Randstücken sein muss. Die vom Zinn auszufüllende Höhlung bleibt zwischen den Randstücken und jener Erhöhung der einen Hauptplatte. Zum Eingiessen ist eine Öffnung zwischen zweien der Randstücke gelassen. — Je nach der verschiedenen Gestalt des Henkels, weicht auch die Beschaffenheit der Form und die Zahl ihrer Bestandteile ab.[1])

8) Kleiderknöpfe.[2]) Form von Messing; dreiteilig, aus einem Unterteile und zwei Oberteilen bestehend. Das Unterteil ist ein rechteckiges Stück, welches auf der oberen Fläche zwei runde und seichte Vertiefungen von der Gestalt der Knopfplatten enthält. Die beiden Oberteile sind durch eine senkrechte Schnittfläche voneinander getrennt, und dieser Schnitt geht durch die Mitte der Knopfplatten, wenn die Form zusammengesetzt ist. Auf jener inneren oder Schnittfläche enthält jedes Oberteil die halbe Vertiefung für die Knopföhre und die auf letztere gesetzten Eingüsse. Beide Eingüsse laufen oben in einen einzigen zusammen, so dass zwei Knöpfe zugleich gegossen werden. Eine Form kann zwei oder mehrere Eingüsse und ebensoviele Knopfpaare enthalten. — Für Knöpfe ohne Öhr, welche zum Annähen vier runde Löcher besitzen, weicht die Form nur dadurch ab, dass sie keine Vertiefung für das Öhr, dagegen im Unterteile vier Stifte oder Zäpfchen zur Aussparung der Löcher enthält und dass der Einguss unmittelbar auf dem Mittelpunkt der (im Giessen nach oben gekehrten) Rückseite der Knopfplatte mündet.

9) Eine Kette mit ungelöteten (im ganzen gegossenen) Ringen. Die Form ist von Messing, und stimmt im zusammengesetzten Zustande mit Beispiel 3) überein. Jede Hälfte ist aber wieder von einer durch ihren Mittelpunkt gehenden zweiten Schnittfläche (gegen den Hauptschnitt rechtwinklig) geteilt, so dass die Form vierteilig wird. Dieser zweite Schnitt ist an einer entsprechenden Stelle jeder Formhälfte (innerhalb der Ringhöhlung) zu einem Loche erweitert, in welches man, vor dem Zusammensetzen der Form, einen schon gegossenen Ring einlegt, der dann den neu entstehenden umschliesst.

b. Gegenstände mit tiefer, entweder walzenförmiger oder nach der Öffnung hin erweiterter Höhlung.

10) Eine gerade Röhre. Die einfachste und wohlfeilste Form hierzu kann aus einer hölzernen Walze bestehen, deren Durchmesser die Weite der Röhre bestimmt. An einem Ende hat dieser Kern (denn als solcher muss das Holz dienen) eine Verdickung, die ringsum so viel über die Walze selbst vorspringt, als die Metalldicke des Gusses vorschreibt; gegen das andere Ende hin wird der Kern ein klein wenig verjüngt, damit er leichter aus dem gegossenen Rohre herauszustossen ist. Man rollt steifes Papier mehrfach um den Kopf des (vorher mit Kreide bestrichenen) Kernes, befestigt es mit Bindfaden und giesst in den Raum zwischen Kern und Papierhülle das Zinn. — Dauerhaftere Röhrenformen kann man aus Messing oder Blei herstellen, indem man ihnen die nämliche Einrichtung giebt, welche für den Bleiröhrenguss beschrieben ist (S. 148).

11) Ein gerader Becher. Die Form ist von Messing; vierteilig: zwei halbtrommelförmige Seitenteile und ein scheibenförmiges Bodenstück bilden zu-

[1]) Ein Beispiel: Holtzapffel, I. 322.

[2]) Prechtl, Technolog. Encyklopädie, Bd. VIII, S. 401 m. Abb.

sammen die Form; der Kern endigt oben scheibenartig, um auf den Seitenteilen der Form zu ruhen, wodurch am Rande des Bechers die Form geschlossen und zugleich der Kern so schwebend erhalten wird, dass seine Bodenfläche das Bodenstück der Form nicht berührt. Der Einguss ist an einem Punkte des Becherrandes. Bei Güssen dieser Art löst sich (besonders wenn der Kern sehr wenig verjüngt ist, völlig walzenförmig macht man ihn nie) das Gussstück schwer von dem Kerne, sobald man ersterem Zeit lässt, abzukühlen und sich durch die Zusammenziehung fest auf dem Kerne anzupressen. Man muss es dann (etwa durch auf den Boden gegossenes, mässig heisses Zinn) erwärmen, damit es sich wieder ausdehnt und dadurch losgeht.

12) Lagerschalen (aus zinnhaltigen Legierungen) werden häufig durch Eingiessen des flüssigen Metalles zwischen Zapfen und Lagerbock hergestellt, nachdem man den letzteren handwarm gemacht und mit fein geschlemmtem Graphit ausgerieben, übrigens die Seitenflächen des Lagers mit Pappdeckeln und Thon wohlverwahrt hat. Kommt die Anfertigung von Lagerschalen bestimmter Gestalt und Grösse häufiger vor, so ist mit Vorteil eine besondere eiserne Giessform anzuwenden. Dieselbe besteht aus einem Kern, zwei aufgeschraubten Formdeckeln und einem zweiteiligen Mantel, welcher den Kern gleichachsig umschliesst; durch zwei zwischengelegte Blechstücke wird das zu giessende Lager in zwei Teile zerlegt.

13) Eine Lichtform (Kerzenmodell) zum Giessen der Stearin- und Talglichte; als Beispiel einer langen und dünnen Röhre. Die Lichtformen sind enge, etwas verjüngte Röhren, welche inwendig sehr glatt sein müssen, um den Lichtern eben diese Glätte mitzuteilen; in der Achse derselben wird der Docht durchgezogen, der einerseits in einem kleinen Loche am unteren Ende, andererseits an einem, auf das obere, weite Ende gesetzten Trichter befestigt wird. Durch diesen Trichter wird zugleich der Talg eingegossen. — Die Giessform zur Verfertigung der Lichtformen ist von Messing und dreiteilig. Zwei Teile bilden zusammen die in der Achse durchschnittene, äussere Form; das dritte Stück ist der aus Stahl verfertigte und polierte Kern, welcher in der Form an beiden Enden aufruht, nämlich am dickeren Ende mittels eines stärkeren Lagers, an der Spitze mittels eines dünnen Zapfens. Die Gestalt des Kernes gleicht der eines gegossenen Lichtes, weil die Höhlung des Gusses dieselbe Gestalt erhalten soll. Der Einguss läuft in der ganzen Länge an der Form herab und mündet in deren Höhlung durch eine Anzahl schräger Kanäle. Durch einen Ring mit einer Schraube (oder auch durch zwei solche Ringe) wird die Form während des Giessens zusammengehalten.

14) Eine viereckige Dose mit Gelenk.[1]) — Zwei (messingene) Formen sind nötig: eine zum Unterteil der Dose, die andere zum Deckel. Die Form zum Unterteile besteht aus zwei starken Platten, von welchen die eine in der Mitte eine (als Kern dienende) Erhöhung — dem hohlen Raume der Dose an Gestalt gleich — besitzt. Die zweite Platte ist ganz eben und an ihr bildet sich die äussere Bodenfläche der Dose; sie bleibt beim Zusammensetzen der Form um die Dicke des Bodens von der Erhöhung der anderen Platte entfernt. Zwischen beiden Platten wird ein aus zwei Teilen bestehender Rand von der Höhe der Dosenwand eingesetzt, in welchem sich zugleich der Einguss befindet. Natürlich bleibt dieser Rand ringsum so weit von dem Kerne entfernt, als die Wanddicke der Dose verlangt. Die Röhrchen des Gelenkes bilden sich, indem das Zinn um einen in die Form gelegten Stahldraht herumfliesst, der nur an den betreffenden Stellen entblösst ist. — Die Form zum Deckel ist jener zum Unterteile wesentlich gleich und unterscheidet sich hauptsächlich dadurch, dass die Randeinfassung viel niedriger ist.

c. Gegenstände mit bauchiger Höhlung, d. h. solche, die in der Tiefe einen grösseren inneren Durchmesser haben, als an der Mündung.

Wenn die Höhlung solcher Gegenstände nicht eben glatt und regelmässig sein muss, so ist kein Kern nötig; die Form wird vielmehr so hergestellt, als

[1]) Werkzeugsammlung, S. 168.

ob man das Stück vollgiessen wollte. Nach dem Eingiessen des Zinnes wartet man den Zeitpunkt ab, wo dasselbe an den Formwänden bis auf eine gewisse Dicke hinein erstarrt ist und giesst den mittlern, noch flüssigen Teil durch Umkehren der Form aus. Man bezeichnet dieses Verfahren mit dem Namen Stürzen, und wendet es auch bei Knieröhren, Leuchtern, überhaupt manchen solchen Stücken an, wo durch die Anbringung des Kernes die Form sehr zusammengesetzt werden würde; nicht nur zum Zinnguss, sondern auch auf Zink und Hartblei. Ein hier zu erwähnendes Verfahren des Hohlgusses ohne Kern ist der Schleuder-Guss, wodurch Röhren, einfache runde Gefässe u. s. w. hergestellt werden, indem man die nötige Menge flüssigen Metalles in die Form giebt, während dieselbe durch eine Betriebsmaschine bis zum Erstarren des Metalles sehr rasch um ihre Achse gedreht wird. Schon vor längerer Zeit vorgeschlagen,[1]) ist dieses Verfahren wieder aufgenommen worden,[2]) jedoch mit unvollkommenem Erfolge, da es kaum gelingt, den Gussstücken gleichmässige Wandstärke und gleiche Innenfläche zu erteilen. Die Schleuder ist hier das Mittel, das Metall ringsum an die Wände der Form zu treiben, daher der obige Name angemessen scheint. — Ein Beispiel von gestürztem Gusse giebt

15) ein Knopf für eine Vase, einen Topfdeckel oder dergleichen. Die Form kann von Messing, Zinn oder Blei sein und wird zweiteilig, besser aber (des leichten Auseinandernehmens halber) dreiteilig gemacht, so dass die Schnitte der ganzen Länge nach herablaufen, im Scheitelpunkte sich vereinigen und um 120 Grad des Umkreises voneinander entfernt sind. Am offenen Ende der Form hält ein aufgeschobener Ring das Ganze zusammen. — Auch Töpfchen u. dgl. zu Kinderspielzeug, kleine Büsten, dicke Gefässhenkel u. s. w. werden auf diese einfache Weise ohne Kern hohl gegossen.

In allen den Fällen, wo die Höhlung eines bauchigen Gussstückes glatt und die Wand von bestimmter regelmässiger Dicke sein soll, oder wo wegen bedeutender Grösse das Stürzen nicht mehr sicher gelingt, muss der Guss über einem Kerne geschehen. Man hilft sich hier (weil ein bauchiger Kern von der gewöhnlichen Einrichtung nicht aus dem Gussstücke herausgenommen werden könnte) in der Regel dadurch, dass man das Gefäss in zwei Teilen giesst und diese zusammenlötet. Die Trennungslinie muss über die weiteste Stelle des Bauches gehen. Übrigens giebt es auch Mittel, den Kern so einzurichten, dass der Guss im ganzen geschehen kann; doch sind die Formen für den gewöhnlichen Gebrauch meist zu kostspielig.

16) Ein bauchiger Krug mit eingezogenem Halse und ausgeschweifter Mündnng. — Wenn man sich das Gefäss durch den grössten Durchmesser des Bauches quer zerschnitten denkt, so zerfällt es in zwei Teile: ein Unterteil (A), welches durch den Boden an einem Ende geschlossen ist und sich von da an fortgehend erweitert, und ein Oberteil (B), welches ungefähr in der Mitte seiner Höhe am engsten ist und sich nach beiden offenen Enden hin erweitert. Das Stück (A) erfordert eine zweiteilige Form nach Beispiel 5). Soll aber etwa ein hohler Fuss daran sitzen, so wird man sich nach 18) richten. Das Stück (B) bedarf einer vierteiligen Form, welche aus zwei gleichen Seiten- oder Aussenteilen (mit durch die Achse gelegter Trennungsfläche) und einem zweiteiligen Kerne besteht. Die Hälften des Kernes verschliessen die obere und untere Öffnung, stossen in der Ebene des kleinsten Durchmessers zusammen und werden in entgegengesetzten Richtungen aus dem Gusse herausgezogen. Der Einguss nimmt fast die ganze Länge (Höhe) des Gussstückes ein und führt durch mehrere Mündungen das Zinn in die Form.

17) Ein bauchiger Becher, der im ganzen gegossen werden soll (I, 248). Fig. 19 stellt die Form nebst eingeschlossenem Gussstück im Querschnitt, Fig. 20 dieselbe im Längenschnitt dar, nachdem die Mantelformteile beseitigt sind. Die Form besteht aus den beiden Mantelteilen I und II, deren Trennungsebene durch die Achse des Bechers gelegt ist und dem Bodenteil III,

---

[1]) Blunt, Essay on mechanical Drawing. London 1811; Plate 33, 49, 59.
[2]) D. p. J. 1849, **114**, 326 m. Abb.

dessen Rand die Mantelteile zusammenhält. Lappen der Mantelteile bilden die breite Eingussrinne, sowie die Einflusskanäle.

Der Kern IV ist hohl, besteht aus einer Bodenscheibe, einem Deckel und mehreren (z. B. 6) Seitenstücken, die sich einzeln aus dem Gusse herausziehen

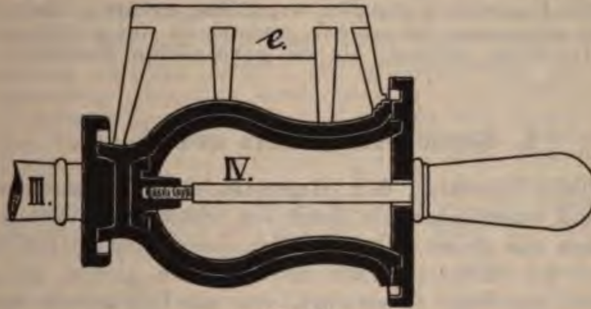


Fig. 19.



Fig. 20.

lassen: alles wird durch eine lange, in der Achse des Kernes durchgehende Schraube zusammengehalten. Alle Teile der Form sind von Messing oder Gusseisen. — Nach gleichem Grundsatze werden die Formen zu noch schwierigeren Stücken angeordnet, welche oft aus sehr vielen Teilen bestehen; man giesst auf diesem Wege z. B. sehr tiefe, stark bauchige Theetöpfe aus Britannia-Metall, samt der gebogenen Schnauze, im ganzen. Die Kernstücke werden zum Gusse mit Gipsbrei aneinander gesetzt, wenn sie sich nicht leicht auf die bei vorerwähntem Becher beschriebene Art zu einem Ganzen verbinden lassen.

d. Gegenstände mit doppelter, nicht bauchiger Höhlung. Ein Beispiel ist:

18) ein Suppennapf mit hohlem Fusse. Die Form dazu gleicht jener zu dem Stücke B in Beispiel 16); mit dem einzigen Unterschiede, dass die beiden Hälften des Kernes im Innern nicht zusammenstossen, sondern einen Raum zwischen sich lassen, durch dessen Ausfüllung mit Zinn an der Stelle des kleinsten Durchmessers eine Scheidewand (der Boden des Napfes) entsteht. Über derselben befindet sich die Höhlung des Napfes, darunter jene des Fusses. — Übereinstimmend sind die Eormen zu anderen Gefässen von wesentlich gleicher Gestalt beschaffen, z. B. für ein Tintenfass.

Die Zinngusswaren fallen gewöhnlich matt aus; Glanz erhalten sie fast nur, wenn sie aus sehr stark legiertem Zinn (z. B. gleichviel Zinn und Blei) in recht glatten Formen verfertigt sind. Man muss sie deshalb und auch schon

wegen der Gussnähte, abdrehen oder beschaben. Die Angüsse oder Giesszapfen werden mit einer Kneipzange weggenommen oder abgesägt (wenn sie sehr dick sind, was jedoch zu vermeiden ist) oder mit einer stark erhitzten Messerklinge abgeschnitten (richtiger: abgeschmolzen). Niemals dürfen gute Zinngüsse eine löcherige oder stellenweise poröse Oberfläche zeigen. — Die von Britannia-Metall gegossenen Gegenstände gestatten wegen ihrer grösseren Härte, dass man sie auf Schmirgelscheiben fein schleift, wodurch sie eine glattere und schöner aussehende Oberfläche erhalten, als die gewöhnlichen Zinnwaren durch das Schaben.

8. Giessen des Silbers und Goldes.

Eigentliche Gusswaren, d. h. Gegenstände des Verkaufs, welche unmittelbar und wesentlich allein durch das Giessen ihre Gestalt erhalten, werden selten aus diesen edlen Metallen (am wenigsten aus Gold) verfertigt, weil sie schwer so dünn und leicht zu giessen sind, wie die Kostspieligkeit der Stoffe es verlangt, auch die Bildsamkeit der letzteren ihre Umgestaltung durch Schmieden sehr begünstigt. Wenn indessen dergleichen Fälle vorkommen, so werden die Stücke wie Messing in Sand geformt und gegossen, dann vor der weiteren Ausarbeitung durch Feilen oder Schaben von der mehr oder weniger rauhen Oberhaut befreit und von in den Poren etwa sitzenden Sandkörnchen sorgfältig gereinigt. Kleine und dicke Arbeiten aus Gold (wie volle Siegelringe u. dgl.) werden wohl auch in Sepia (Blackfischbein, unrichtig weisses Fischbein genannt) gegossen. Aus diesem lockeren, weichen Stoff richtet man zwei Platten mit ebenen Flächen zu, die man mit Kohlenstaub einreibt, und drückt das Modell in jede Platte zur Hälfte ein. Manchmal wird die Sepia gepulvert und nach Art des Formsandes angewendet. — Gewöhnlich beschränkt sich das Giessen des Silbers, und noch mehr des Goldes, auf die Darstellung von Stäben und Platten, aus welchen öfters verschiedene Gegenstände geschmiedet, meistenteils aber Bleche gewalzt und Drähte gezogen werden. Als Giessformen dienen die sogenannten Eingüsse[1]), welche von zweierlei Art sind, nämlich solche zu Stäben und solche zu Platten. Die ersteren sind entweder offene Eingüsse oder Rohreingüsse; letztere nennt man Platten-, Flaschen- oder Blecheingüsse.

Ein offener Einguss ist ein vierkantiger Stab von geschmiedetem Eisen, mit einem Handgriffe und auf einer Fläche mit einer langen, schmalen Höhlung versehen, in welche man das Metall aus dem Schmelztiegel giesst. — Unter Rohreinguss versteht man eine etwa 30 *cm* lange schmiedeiserne Röhre mit runder (Drahteinguss), quadratischer oder rechteckiger Höhlung (runde, viereckige, flache Rohreingüsse), welche an dem einen, etwas engeren Ende mit einem eisernen Stöpsel verschlossen wird. Die Höhlung ist nämlich, damit sich der Guss leichter herausstossen lässt, etwas verjüngt, überdies, zur Bequemlichkeit beim Eingiessen, am weiteren Ende trichterartig gestaltet. — Die Platteneingüsse bestehen aus zwei flachen, länglich viereckigen

[1]) Prechtl, Technolog. Encyklopädie, Bd. VII. S. 132 m. Abb.

eisernen Platten (7 bis 10 *cm* breit, 10 bis 15 *cm* lang), zwischen welchen an drei Seiten eine Randeinfassung von gleicher Dicke mit den darzustellenden Platten liegt. An der vierten, offenen, Seite wird eingegossen. Durch eine Schraube (oder auch durch mehrere Schrauben) wird das Ganze zusammengehalten. — Vor dem Gebrauche werden alle Eingüsse erwärmt und mit Talg oder Wachs ausgeschmiert.

Zur Speisung des Ofens für Gold- und Silberschmelzung sind Holzkohlen der Koke vorzuziehen. Neuerlich wendet man zuweilen Schmelzöfen an, in denen die Flamme des Steinkohlengases zur Heizung dient (Gasofen) (I, 193).

Aus Gold werden, zur Verzierung von Schmuckwaren, Kügelchen (Goldkügelchen) verfertigt, die man zwar nicht eigentlich giesst, deren Darstellungsart aber Erwähnung verdient, weil sie ein von der Schroterzeugung (S. 151) verschiedenes, bemerkenswertes Verfahren kennen lehrt, ohne Gussform Metallkügelchen zu erzeugen. Man schneidet mit der Schere aus Goldblech sehr kleine quadratische Stückchen, oder kneipt mit der Zange von Golddraht sehr kurze Teilchen ab. Diese schichtet man zwischen Kohlenpulver in einem Schmelztiegel und setzt letzteren der Hitze aus, bei welcher das Gold schmilzt. Jedes der Körnchen (welche sich gegenseitig nicht berühren dürfen) bildet sich zu einem kleinen Tropfen und nimmt die kugelrunde Gestalt an, woran es durch die weiche Umgebung von Kohlenstaub nicht gehindert ist. Nach dem Erkalten sondert man den Kohlenstaub ab, liest die unregelmässigen Körner aus und sondert die guten nach der Grösse, wobei man sich einer kleinen blechernen Büchse mit Abteilungen bedient, deren Böden runde Löcher von verschiedener Grösse enthalten. Die Büchse ist in kleinerem Massstabe die nämliche Vorrichtung, wie das Schrotsieb (S. 152).

Eine ganz eigentümliche und sehr merkwürdige Art von Gussarbeit aus Silber, welche als Kunststück zuweilen ausgeführt wird, sind Abgüsse von Pflanzenzweigen, Käfern u. a. grossen Insekten, Eidechsen u. s. w., wozu die natürlichen Gegenstände selbst als Modelle (Naturmodelle) dienen. Man verfährt dabei im wesentlichen auf folgende Weise: Man stellt oder hängt das Modell in einem Kästchen von Holz oder Pappe auf und befestigt es durch einige feine Eisendrähte. Andere, etwas dickere Drähte bringt man (da sie später wieder herausgezogen werden) zur Bildung von Luftröhren an. Auf den obersten Punkt des Gegenstandes stellt man ein verjüngtes Holzstäbchen, als Modell zu dem Eingusse. Dann füllt man vorsichtig und vollständig das Kästchen mit einem Brei von 3 Teilen Gips, 1 Teil feinsten Ziegelmehles und Alaun- oder Salmiakauflösung, zuerst durch Bestreichen des Modelles, dann durch Eingiessen. Ist diese Masse fest, so nimmt man das Kästchen davon ab, brennt die Form vorsichtig und mässig stark, wobei das Modell eingeäschert wird, spült die Asche durch Quecksilber heraus, erhitzt die Form abermals und giesst. Zuletzt wird die Form in Wasser erweicht und behutsam abgebrochen. Abgüsse dieser Art werden auch aus Bronze auf gleiche Weise dargestellt und kommen als Handelsware vor. Damit alle Feinheiten der Form vollständig ausgefüllt werden, benutzt man hierbei nicht selten den Kunstgriff, dieselbe mittels einer Luftpumpe vor dem Giessen luftleer zu machen.

9. Galvanoplastik[1])

als Anhang zur Giesserei.

Die Galvanoplastik besteht in dem Verfahren, aus einer Metallsalz-Auflösung das Metall in beliebig dicker Lage auf einen in dieselbe

[1]) M. H. Jacobi, Die Galvanoplastik. Petersburg 1840. — A. Lipowitz, Praktischer Unterricht in der Galvanoplastik. Lissa und Gnesen 1842. — F. Werner, Die Galvanoplastik in ihrer technischen Anwendung. Petersburg

eingehängten oder eingelegten Körper mittels eines künstlich erregten galvanisch-elektrischen Stromes niederzuschlagen. Bei gehöriger Anordnung und Gebrauchsweise der dazu dienlichen Einrichtung bildet das abgesetzte Metall, insbesondere Kupfer, eine dichte, fest zusammenhängende, biegsame Masse, welche sich dem zur Ablagerung benutzten Körper so vollkommen anschliesst, dass nach erfolgter Trennung beider das Kupfer einen Abdruck auch der zartesten Erhöhungen und Vertiefungen mit unübertrefflicher Reinheit und Schärfe darstellt. Da somit die erwähnte Unterlage in einer beliebigen vertieften oder hohlen Form bestehen kann, welche mit einer mehr oder weniger starken Kruste von Kupfer ausgekleidet wird, so tritt die Galvanoplastik in Bewerb mit der Metallgiesserei, vor welcher sie — was Reinheit und Genauigkeit der Nachbildung betrifft — den entschiedensten Vorzug hat. Der galvanoplastische Niederschlag selbst kann bei einer zweiten Arbeit als Form gebraucht werden, um durch einen abermaligen Kupferniederschlag ein getreues Abbild der zuerst angewendeten Form hervorzubringen. Auf dieser Weise stellt man z. B. galvanoplastische Nachbildungen von Münzen, ja selbst von gestochenen Kupferplatten dar, welche die vollkommenste Gleichheit mit den Vorbildern zeigen, so dass eine derartige Kupferplatte Abdrücke liefert, welche von jenen des ursprünglichen Stiches nicht zu unterscheiden sind. Durch Galvanoplastik werden ferner hergestellt: Matern für die Schriftgiesserei (mittels Niederschlagens des Kupfers auf die von Schriftzeug gegossenen Lettern), Verzierungen teils zum Abklatschen, teils zum Abdruck; Buchdrucklettern mit kupfernen Köpfen; kupferne Stereotypplatten (mittels Matern von Guttapercha oder von gelbem Wachs, dem öfters ein wenig burgundisches Pech zugesetzt ist) zum Bücherdruck; kupferne Röhren ohne Lötung, namentlich Bogen- und Eckstücke, welche auf andere Weise schwer auszuführen

---

1844. — Ch. Walker, Die Galvanoplastik. Aus dem Engl. von Ch. H. Schmidt. Weimar 1843, (Bd. 123 des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Ch. Walker, Die Galvanoplastik. Nach dem Engl. von L. Thiele. Gotha 1864. — A. Brandely, Die Operationen u. s. w. der Elektro-Chemie in ihrer Anwendung auf . . . . Galvanoplastik u. s. w. Aus dem Französ. von Fr. Harzer. Weimar 1849 (Bd. 174 des Neuen Schauplatzes der K. u. H.) — A. Smee, Elemente der Elektro-Metallurgie. Nach d. Engl. Leipzig 1851. — Chr. H. Schmidt, Handbuch der Galvanoplastik in allen ihren Anwendungsarten. 3. Aufl. Quedlinburg und Leipzig 1856. — A. Roseleur, Handbuch der Galvanoplastik. Nach dem Französ. von H. Willich und G. Kaselowsky. Stuttgart 1862. — G. L. v. Kress, Die Galvanoplastik für industrielle und künstlerische Zwecke. Frankfurt a. M. 1867. — Technolog. Encyklopädie, Bd. XXIII, S. 190. — A. Martin, Repertorium der Galvanoplastik und Galvanostegie, 2 Bde. Wien 1856. —

Ledubur, Die Metallverarb. auf chemisch-physikalischem Wege. Braunschweig 1882.

Langbein, Galvanoplastik. Leipzig 1886.

D. p. J. 1840, **78**, 34, **77**, 68, **78**, 110; 1841, **80**, 38, 429, 431; 1842, **83**, 378, **86**, 181; 1843, **88**, 29; 1844, **94**, 31; 1847, **105**, 266; 1848, **107**, 46, **108**, 350; 1856, **139**, 365, **140**, 117, **141**, 226; 1857, **143**, 317; 1858, **150**, 233; 1859, **153**, 282; 1860, **155**, 450, **158**, 28; 1863, **170**, 269; 1865, **175**, 122; 1866, **179**, 86; 1871, **200**, 314; 1872, **204**, 487; 1873, **209**, 362; 1874, **218**, 1, 465; 1875, **219**, 61, 141, 313; 1885, **256**, 215; 1887, **264**, 335.

sind [1]), mannigfaltige Nachbildungen solcher Gegenstände, welche mit erhabenen, bezw. vertieft liegenden Verzierungen versehen sind, verzierte Theebretter, Lichtscherteller, Schmucksachen, Oberplatten zu Kleiderknöpfen u. s. w. (welche man nachher galvanisch zu vergolden oder zu versilbern pflegt); sogar rundliche Gegenstände, wie Büsten, Tierfiguren, Messergriffe, Stockknöpfe u. dgl. (diese alle stets hohl, meist aus Stücken zusammengelötet und öfters, wenn sie klein sind, mit Blei oder bleihaltigem Zinn ausgegossen oder durch darin geschmolzenes Messingschlaglot verstärkt).

Drucklettern mit kupfernen Köpfen werden dargestellt, indem man Tafeln aus gewöhnlichen von Schriftzeug gegossenen Lettern zusammensetzt, hierüber auf galvanoplastischem Wege eine Mater von Kupfer, und in dieser, wieder durch Galvanoplastik, eine Platte von Kupfer verfertigt, welche alle Buchstaben erhaben enthält, letztere sodann auf der Rückseite verzinnt, sie mittels einer kleinen Kreissäge in Streifen (einzelne Buchstabenreihen) zerschneidet, auf diese rückwärts Schriftzeug in gehöriger Höhe aufgiesst (welches vermöge der Verzinnung gut haftet), endlich die Streifen in einzelne Lettern zersägt.

Es wird das vorliegende Verfahren fast ausschliesslich für Kupfer angewendet, und dieses, mit seltenen Ausnahmen, aus einer Auflösung des neutralen schwefelsauren Kupferoxyds (Kupfervitriol) ausgeschieden, welcher man, zur Förderung des Vorganges [2]), Schwefelsäure zugesetzt. Die Stärke der Lösung, die Stärke des elektrischen Stromes, wie die wirksame Fläche der Kathode (die Form, an welcher sich das Metall ausscheidet) wie auch diejenige der Anode (der elektro-positive Pol, an welchem der elektro-negative Bestandteil des Salzes auftritt) müssen in einem gewissen Einklang stehen, um von vornherein feste und zähe Niederschläge zu erzeugen. Kann man letztere nachträglich durch Hämmern oder mittels Polierstahles oder dgl. verdichten, so sind die Grenzen für jenes Verhältnis weiter gesteckt.

Für die obere Grenze, bei welcher man aus starker neutraler Kupfervitriollösung noch einen guten Niederschlag erhält, wird die Niederschlagsmenge von 1 *g* für 1 *qcm* in 24 Stunden angegeben (d. i. wenig über 1 *mm* Schichtdicke); es wird jedoch selten mehr als die Hälfte jener Menge ausgeschieden. Mit einer Lösung des wesentlich teureren salpetersauren Kupferoxyds ist möglich, viel rascher zu arbeiten.

Der elektrische Strom kann durch sogenannte Dynamomaschinen, oder durch sogenannte galvanische Elemente erzeugt werden. Zur Beobachtung der Stromstärke dienen Galvanometer.

Als Beispiel möge folgendes angeführt werden. Kupfervitriollösung einerseits, und verdünnte Schwefelsäure (oder auch Salzwasser) andererseits werden dergestalt in zwei Gefässe gebracht, dass die Flüssigkeiten durch einen etwas porösen Körper (gewöhnlich Ochsen- oder Schweinsblase) in einer die Elektricität leitenden Verbindung miteinander stehen können, ohne doch sich zu vermischen; dann wird in die Schwefelsäure (oder das Salzwasser) ein Stück Zinn gelegt, in die Kupferauflösung der zur Ablagerung des Kupfers bestimmte Körper (die Form) eingehängt; endlich zwischen diesem letzteren und dem Zink eine die Elektricität leitende (metallische) Verbindung hergestellt. Durch die Be-

---

[1]) D. p. J. 1887, **264**, 335.

[2]) Vergl. Meidinger, D. p. J. 1875, **218**, 469.

rührung der beiden Flüssigkeiten und des Zinkes findet ein Elektricitätserzeugung statt, wobei das Zink positiv elektrisch, die in der Kupfervitriolauflösung befindliche Form negativ elektrisch wird und sich aus der Vitriolauflösung langsam Kupfer abscheidet, welches die Form immer dicker und dicker bekleidet, sofern deren Oberfläche die Elektricität leitet.

Zu kleinen Arbeiten kann folgende Einrichtung dienen: In einem Glasgefäss *A* von 11 *cm* Höhe bei 12 *cm* Durchmesser wird ein zweites, jedoch oben und unten offenes Glas *B* von 10 *cm* Höhe, 9 *cm* Weite, dergestalt schwebend gehalten, dass *B* mit der oberen Hälfte seiner Höhe aus *A* hervorragt. Man erreicht dies durch einen um *B* angebrachten blechernen Reif mit drei kleinen Armen, welche auf dem Rande von *A* ruhen. In das untere Glas (*A*) giebt man die Kupferauflösung (aus 1 Teil blauem Vitriol und $3^1/_3$ Teilen destilliertem Wasser); in das obere (*B*), nachdem man es unten durch eine darüber ausgespannte und festgebundene Blase verschlossen hat, die verdünnte Schwefelsäure (aus 1 Gewichtsteile englischer Schwefelsäure und wenigstens 10 Gewichtsteilen Wasser) oder statt derselben das Salzwasser (aus 1 Teil Kochsalz, $2^3/_4$ Teilen Wasser). Das Gefäss *B* soll ungefähr zu zwei Dritteln mit der Säure oder dem Salzwasser gefüllt und wenigstens mit dem dritten Teile seiner Höhe in die Kupferauflösung eingetaucht sein. Auf den oberen Rand des Gefässes *B* legt man ein Holzstück, welches nicht als Deckel, sondern nur als Träger für die noch ferner erforderlichen Bestandteile der Einrichtung zu dienen hat. In diesem Holzstücke befinden sich zunächst zwei kleine napfähnliche Vertiefungen, in welche etwas Quecksilber gegeben wird, und ein im Innern versteckter Messingdraht, welcher von einem Näpfchen bis zum andern reicht. Endlich hat man zwei ungleich lange Messingdrähte von 6 *mm* Dicke, welche oben zu einem runden Haken abwärts umgebogen, unten im rechten Winkel wagerecht seitwärts gebogen und hier am Ende zu einem etwas grossen Ringe gestaltet sind. Diese Drähte werden mit ihren Haken oben in die Quecksilbernäpfchen gestellt; der kürzere hängt alsdann in dem Gefässe *B*, der längere in dem Gefässe *A*, und letzterer ist, soweit er in die Kupferauflösung taucht, mit Siegellackfirnis überzogen — die obere Seite seines Ringes ausgenommen, welche metallisch blank bleiben muss. Auf den Drahtring im oberen Gefässe legt man eine gegossene, gegen 1 *cm* dicke Zinkscheibe (welche beim Gebrauch von Schwefelsäure oberflächlich durch Einreiben von etwas Quecksilber amalgamiert sein muss, unter Anwendung von Salzwasser aber ohne diese Zubereitung bleibt); auf den Drahtring im unteren Gefässe (*A*) den mit Kupfer zu überziehenden Gegenstand (die Form). Zugleich wird in *A* ein kleiner Behälter mit Kupfervitriol-Kristallen angebracht, welche sich in dem Masse allmählich auflösen, als durch fortschreitende Kupferausscheidung die Flüssigkeit eines Ersatzes bedarf.

Rücksichtlich der Formen zu galvanoplastischen Arbeiten ist es eine Grundbedingung, dass die ganze mit Kupfer zu bedeckende Fläche derselben aus einem die Elektricität gut leitenden Stoffe bestehe, oder wenigstens dünn mit einem solchen Stoffe überzogen sei; ferner dass diese Fläche in einer die Elektricität leitenden Verbindung mit dem Drahtringe, von welchem sie getragen wird, stehe. Alle die Stellen der Form hingegen, auf welchen keine Kupferablagerung erfordert wird, schützt man davor durch Überziehen mit Wachs, Pech, oder einem anderen Nichtleiter. Alle gewöhnlich vorkommenden Metalle und Metallmischungen, ausser Zink und Eisen, eignen sich zu Formen für die Galvanoplastik; sie müssen aber vorläufig mit einer äusserst geringen Spur Öl eingerieben werden, weil sonst der Kupferniederschlag sich schwer oder auch wohl gar nicht davon ablösen lässt; übrigens ist darauf zu sehen, dass sie völlig rein und blank sind. Formen aus schlechten Leitern der Elektricität hat man vor der Anwendung so zuzubereiten, dass ihre Oberfläche mit einem guten Elektricitätsleiter überzogen wird. In dieser Absicht werden Holzschnitte, Gips, Wachs, Stearinsäure (unvermischt oder mit Schellack verbunden), Guttapercha, mit zartem Graphitpulver eingerieben; oder die Holz- und Gipsformen statt dessen mit salpetersaurer Silberauflösung getränkt und dann der Einwirkung von Schwefelwasserstoffgas oder Phosphorwasserstoffgas ausgesetzt. —

Alle Formen mit einwärts sich erweiternden Vertiefungen taugen zur Galvanoplastik nicht, weil sie nicht die Ablösung des darauf niedergeschlagenen Kupfers gestatten; den Fall ausgenommen, dass man die Form aufopfert und dieselbe aus einem leicht zerstörbaren oder wegzuschaffenden Stoffe besteht (Wachs, Stearinsäure, Gips, allenfalls auch Holz); oder dass die Form aus einem elastischen Stoff (z. B. einem Gemisch von Guttapercha mit Schweineschmalz und Harz, einer Zusammensetzung von Kautschuk mit Guttapercha, reinem Kautschuk, mit Glycerin oder braunem Kandiszucker versetztem Leim) angefertigt ist. Zu Figuren macht man die Formen, über einem Gipsmodelle, aus einer geschmolzenen Mischung von Wachs, Terpentin, Kolophonium und Graphitpulver.

Wird als Bad eine verdünnte Kupfervitriolauflösung angewendet und ein metallener ganz blanker (auch nicht eingeölter) Gegenstand nur kurze Zeit darin gelassen, so setzt sich auf letzterem eine zarte, fest anhängende Kupferschicht ab: er wird verkupfert. Auf gleiche Weise kann man mit geeigneten Gold-, Silber- u. s. w. Auflösungen vergolden, versilbern u. s. f. In allen diesen Fällen muss die Elektricitätserregung sehr schwach und zu dem Behufe die angewendete Schwefelsäure äusserst verdünnt sein (z. B. 1 Tropfen Säure auf 30 *g* Wasser). — Gold- oder Silberniederschläge[1]) auf galvanoplastischen Formen in solcher Stärke zu erzeugen, dass sie abgelöst werden und für sich bestehen können, ist ein zwar ausführbares, jedoch der Regel nach nicht gebräuchliches Verfahren, weil galvanoplastische Erzeugnisse aus feinem Gold oder Silber so wenig Brauchbarkeit haben wie — aus bekannten Gründen, S. 166, — verarbeitetes feines Gold oder Silber überhaupt; die Niederschlagung legierten Metalles aber nicht mit Sicherheit genau in einem voraus bestimmten Mischungsverhältnisse gelingt. Auch die Herstellung galvanoplastischer Abdrücke aus Eisen (unter Benutzung einer wässerigen Lösung von Eisenvitriol) ist mit ziemlich gutem Erfolge gelungen[2]).

Galvanoplastisches Niello: Metallgegenstände werden mit Ätzgrund (wie die Platten der Kupferstecher) überzogen; man gräbt in diesen Überzug beliebige Zeichnungen und vertieft diese durch Ätzen; dann bringt man den Gegenstand in das galvanoplastische Bad, bis durch das niedergeschlagene Kupfer die Züge ausgefüllt sind, wäscht den Ätzgrund ab, schleift und poliert die Oberfläche.

Zweite Abteilung.

Schmieden und Walzen.

Man versteht unter Schmieden im engeren Sinne des Wortes die Umgestaltung der Metalle, insbesondere des erhitzten Eisens, durch Hammerschläge. Nachdem jedoch Maschinen in Gebrauch gekommen sind, welche nicht durch Stoss, sondern durch langsam wirkenden Druck dieselben Umgestaltungen hervorbringen wie die Hammerschläge, ist der Begriff des Wortes auch auf die Thätigkeit dieser Maschinen ausgedehnt. Nur die Walzwerke und einige in der dritten Abteilung zu erörternde Maschinen werden nach dem Sprachgebrauch hier nicht eingeschlossen.

Die eigentümliche Wirkungsart der Walzen (I, 319) lässt zwischen

[1]) D. p. J. 1859, **153**, 282 m. Abb.
[2]) Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 74, 415.

der Anwendung derselben und dem Gebrauche des Hammers recht deutlich den Unterschied erkennen, der meistens zwischen Maschinenarbeit und Handarbeit besteht. Das Schmieden eignet sich durch die Möglichkeit, die Schläge des Hammers willkürlich in ungleichem Masse auf verschiedene Teile des Metalles wirken zu lassen, zur Darstellung der mannigfaltigsten Gegenstände mit Anwendung einer kleinen Zahl verhältnismässig einfacher Hilfswerkzeuge, weil die mechanische Fertigkeit, die Beurteilung und Geschicklichkeit des Arbeiters als wesentlich mitwirkend auftreten. Das Walzen setzt für jede Gestalt des Arbeitstückes eine bestimmte Gestalt der Walzen voraus, und letztere bedingt hauptsächlich den Erfolg: es erzeugt mit grosser Zeitersparnis regelmässigere, genauere Gestalten, allein diese können nicht ohne ausgedehnte Maschinenanlagen und eine ansehnliche Betriebskraft in einer grossen Mannigfaltigkeit dargestellt werden.

Die Benutzung der Schmiedemaschinen oder Schmiedepresssen bildet im vorliegenden Sinne gewissermassen den Übergang von dem Schmieden mittels des Hammers zum Walzen: sie wirken teils durch Flächen, welche den thätigen des Hammers (I, 302, 327) ähnlich sind, teils durch Flächen, deren Gestalt derjenigen der Gesenke (I, 284, 285, 328) gleichen, also nur je einer Stückgestalt und Grösse entspricht.

Die unmittelbare Veränderung, welche der Hammer sowohl als die Schmiedepressen und Walzen an dem Metalle hervorbringen, ist eine doppelte: Zusammendrückung und Verdichtung in der Richtung, nach welcher der Schlag oder Druck thätig ist; Ausdehnung oder Streckung nach allen übrigen Richtungen, insofern nicht nach einer derselben ein Hindernis oder eine Grenze gesetzt ist. Die Verdichtung ist am bedeutendsten, wenn die Bearbeitung mit kaltem Metalle vorgenommen wird; sie hat in diesem Falle bei den Metallen, die nicht von Natur ganz weich sind (wie reines Gold, Zinn, Blei) eine bedeutende Vermehrung der Härte und Steifheit, sowie eine Verminderung der Dehnbarkeit zur Folge, so dass das Kaltschmieden oder Kaltwalzen (jene weichsten Metalle ausgenommen) nicht über eine gewisse Grenze hinaus fortgesetzt werden kann, ohne das Metall hart und spröde zu machen, den Widerstand desselben gegen die fernere Bearbeitung sehr zu vergrössern und Risse, Sprünge oder Brüche herbeizuführen. Glühen (Ausglühen, I, 104) und darauf folgendes Abkühlen (oder bei leichter schmelzbaren Metallen, wie Zink, wenigstens eine Erhitzung, die nicht bis ans Glühen geht) stellt die Weichheit und Dehnbarkeit wieder her; wahrscheinlich, weil die durch die Bearbeitung gewaltsam verschobenen Teile sich in dem durch die Hitze ausgedehnten und selbst erweichten Metalle auf eine ihrer Natur angemessenere Weise ordnen. Es erklärt sich aus dem Gesagten von selbst, dass bei glühend geschmiedeten oder gewalzten Metallen, deren Teilchen schon an sich verschiebbarer sind, die Zunahme der Härte viel weniger, und das Eintreten der Sprödigkeit durchaus nicht zu bemerken ist. Übrigens ist in jedem Falle das fortgesetzte Schmieden oder Walzen mit einer, oft sehr bemerklichen, Veränderung des Gefüges und Vergrösserung des Einheitsgewichtes (durch die Verdichtung) begleitet.

In gewissen Fällen werden Metallstücke anhaltend kalt geschlagen, um ihnen eine bedeutendere Härte und vermehrte Dichtigkeit zu geben (Hartschlagen).

Gewöhnlich bedient man sich dazu eines Handhammers; im grossen Massstabe aber wird zu einem solchen Zwecke eine Maschine gebraucht, so bei Verfertigung der messingenen und kupfernen Kattundruck-Walzen. Die Walze wird wagerecht in die Maschine eingelegt und von einer Reihe dicht nebeneinander befindlicher eiserner Pochstempel, welche in regelmässiger Folge darauf fallen, bearbeitet; sie dreht sich dabei langsam um ihre Achse und schiebt sich zugleich der Länge nach ein wenig hin und her, damit alle Stellen ihrer Oberfläche nach und nach gleichmässig von den Schlägen getroffen werden. Kleine Stücke von Messing (z. B. zu Uhrmacher-Arbeiten) werden am gleichmässigsten und vollkommensten auf die Weise verdichtet, dass man in die dazu passende Bohrung eines dicken gehärteten Stahlhohlkörpers zu unterst einen stählernen Pfropf, darüber das Messingstück, auf dieses endlich einen kurzen (jedoch etwas herausragenden) stählernen Stempel einsetzt, das Ganze auf den Ambos stellt und nun auf den Stempel so lange — anfangs mit einem kleinen, später mit einem schwereren Hammer — schlägt, bis aus dem kräftigen Zurückspringen des letzteren zu erkennen ist, dass kein weiteres Nachgeben mehr stattfindet.

Beim Schmieden und Walzen ist sorgfältig darauf zu sehen, dass nicht Teile des Metalles sich umlegen und niederdrücken, welche dann sogenannte Dopplungen hervorbringen: Stellen, an welchen das Metall in zwei unverbundenen Schichten übereinander liegt und daher beim Biegen u. s. w. aufspaltet. Dieser Fehler, welcher ebensosehr der Schönheit als der Festigkeit schadet, kann übrigens auch, bei der Verarbeitung gegossener Metallstücke, dadurch entstehen, dass in dem Gusse Blasen enthalten waren, die sich unter dem Hammer oder unter den Walzen zusammendrücken.

Alle dehnbaren Metalle können durch Schmieden und Walzen bearbeitet werden; von den technisch wichtigen Metallen also: Schmiedeisen und Stahl, Kupfer, Messing und Tombak, Argentan, Zink, Zinn, Blei, Aluminium, Silber, Gold, Platin. Jedoch lassen sich Messing (mit Ausnahme des schmiedbaren Messings, S. 77), Tombak, Argentan, Zink, Zinn, Blei und Aluminium nicht glühend bearbeiten: die ersten drei, weil sie in der Glühhitze spröde sind, die anderen wegen ihrer niederen Schmelztemperatur. Metalle, die eine wenig ausgezeichnete Dehnbarkeit besitzen (Zink), sowie die ganz weichen (Zinn, Blei) ertragen den gleichmässigen und beliebig zu regelnden Druck der Walzen besser, als die heftigen, leicht zu tief eindringenden Hammerschläge; sie werden daher in der Regel nur durch Walzen, fast nie durch Schmieden bearbeitet.

Die Schmiedbarkeit oder Hämmerbarkeit der Metalle hat ihren grössten technischen Wert nur in Verbindung mit der Schweissbarkeit, indem sehr viele Fälle vorkommen, wo ausser der Gestaltung auch eine Vereinigung bewerkstelligt werden muss. Daher werden am häufigsten Schmiedeisen und Stahl geschmiedet, welche die Fähigkeit, sich zu schweissen, besitzen und bei welchen noch ihre Schwerschmelzbarkeit hinzukommt, um ihre Bearbeitung durch Schmieden (auch als Ersatzmittel des bei anderen Metallen anwendbaren Giessens) unentbehrlich zu machen.

Durch das Schmieden oder Walzen beabsichtigt man: 1) Verwand-

lung der Metalle in Stangen oder Stäbe (insbesondere bei Schmiedeisen und Stahl in allgemeiner Ausdehnung üblich); 2) Verwandlung in Platten: Blech; 3) Darstellung der mannigfaltigsten, weniger einfachen Formen (wieder hauptsächlich bei Eisen und Stahl). Der wesentliche Unterschied dieser drei Fälle liegt darin, dass eine Ausdehnung oder Streckung bei 1) nur nach der Länge, bei 2) nach Länge und Breite, bei 3) mehr oder weniger nach mancherlei Richtungen stattfindet.

1. Schmieden und Walzen der Eisen- und Stahlstäbe.

Schmiedeisen und Stahl werden bekanntlich in Stäben oder Stangen in den Handel gebracht (daher die Namen: Stabeisen, Stangeneisen). Die Querschnitte dieser Stäbe und ihre Abmessungen sind verschieden, weil man in jedem Falle dahin trachten muss, der ferneren Verarbeitung den Stoff in einer Gestalt zu liefern, aus welcher Gegenstände von bestimmter Art mit dem geringsten Aufwande von Zeit und mit dem kleinsten Abfalle hervorgebracht werden können.

Die Länge der Eisenstäbe steigt von etwa 1,25 *m* bis 4 *m* und darüber, sie werden bis zu 20 *m* lang gewalzt. Rücksichtlich der Stärke fasst man die Stabeisen-Arten bis zu etwa 7 *qcm* Querschnittsfläche aufwärts unter dem Namen Feineisen oder Kleineisen, alle dickeren unter dem Namen Grobeisen zusammen. Der Gestalt nach unterscheidet man hauptsächlich:

Quadrateisen (viereckiges, vierkantiges Eisen mit quadratischem Querschnitte) 5 bis zu 130 *mm* und mehr dick; die Arten von den dünnsten aufwärts bis 50 *mm* kommen auch unter dem besonderen Namen Gittereisen vor; Abstufung in der Dicke von 5 bis 30 *mm* mit je 1 *mm*, von 30 bis 80 *mm* mit je 2 *mm*, über 80 *mm* mit je 5 *mm*.

Flaches Eisen, Flacheisen (dessen Querschnitt ein Rechteck), 1 bis 45 *mm* dick und wenigstens 2mal, höchstens 24mal so breit als dick; Abstufung der Breite von 14 bis 50 *mm* mit je 2 *mm*, von 50—70 *mm* mit je 5 *mm*; und

Rundeisen (mit kreisförmigem Querschnitte) 5 bis 130, oft auch bis 400 *mm* dick.

Die dünnen vierkantigen Arten für Nagelschmiede führen den Namen Nageleisen. — Gattungen des flachen Eisens für einzelne Zwecke sind: Hufnageleisen von 6 *mm* Dicke bei 19 bis 22 *mm* Breite; — Muttereisen (zu Schraubenmuttern), nur 2 bis $2^1/_2$mal so breit als dick; — Rahmeneisen, von 10 *mm* breit und 4,5 *mm* dick bis 33 *mm* breit und 8 *mm* dick; — Bandeisen, Reifeisen, zu Fassreifen (Fassreifeisen), Wagenradreifen (Radreifeisen) und vielerlei anderen Zwecken, 0,8 bis 7 *mm* dick und 10 bis 32mal so breit als dick, nach dem Dickenverhältnis oft unterschieden in dünnes, $1^1/_4$faches, $1^1/_2$faches und doppelt dickes, welche vier Gattungen z. B. bei 15 *mm* Breite 1,4, 1,75, 2,1 und 2,8 *mm*, bei 105 *mm* Breite 3,5, 4,4, 5,25 und 7 *mm* dick sind. — Runde Stäbe von besonders zähem Eisen kommen 10 bis 25 *mm* dick als Nieteisen, und bis 50 *mm* dick als Ketteneisen vor. — Ganz dünne Stäbe von Quadrat- und Flacheisen werden (sofern ihre Darstellung noch unter dem Hammer geschieht), um Arbeit und Kosten zu sparen, nicht glatt geschmiedet (geschlichtet), sondern kommen in einem Zustande in den Handel, wo ihre Flächen noch durch die Eindrücke des Hammers (I, 302) und Ambosses gekerbt sind (Zaineisen, Krauseisen, Knoppereisen).

Sechseckiges und achteckiges Eisen sind wenig üblich und ein unvollkommener Ersatz des Rundeisens; man gebraucht indessen beide zu Gittern u. s. w., und das achteckige auch zu den Bolzen beim Schiffbau (Bolzeneisen), das sechseckige zu Schraubenmuttern.

Die minder allgemein gebräuchlichen Stabeisengattungen mit besonderen Querschnittformen pflegt man unter der Benennung Formeisen[1]) zusammenzufassen; es gehören dahin das dreieckige, halbrunde; dreiviertelrunde, ovale Eisen; das keilförmige; das Winkeleisen oder Eckeisen von der Gestalt eines rechten Winkels: ∟; das T-Eisen wie ein doppelter rechter Winkel; Kreuzeisen +, mit kreuzförmigem Querschnitte, C-Eisen oder U-Eisen von der Form C, L-Eisen von der Form L und H-Eisen oder Doppel-T-Eisen oder I-Eisen von der Form H bezw. I; das Fenstereisen, flach mit einem Falze, das Fenstersprosseneisen von mannigfaltigen Gestalten mit zwei Falzen, das Roststabeisen trapezförmig (wie ein Keil mit stark abgenommener Schärfe); das hohle Eisen, d. h. eiserne Röhren, quadratisch und rund; u. s. w. Auch die Eisenbahnschienen gehören zu dem Formeisen.

Stahlstäbe kommen in nicht ganz so zahlreichen Abänderungen wie die Eisenstäbe vor, meist nur quadratisch, flach und rund, zu besonderen Anwendungen auch halbrund, dreikantig, sechs- und achtkantig, oval. Bemerkenswert ist Rundstahl mit einem in seiner Achse durchlaufenden Kerne von Schmiedeeisen, woraus Schrauben-(Gewinde-)Bohrer und kleine Walzen gemacht werden, die wohlfeiler und weniger zerbrechlich sind als ganz stählerne.

Das Schmieden greift in die der Gewinnung des Eisens (S. 22) dienenden Arbeiten über. Es dient hier dazu die Schlacken auszuquetschen und die Schweissung der einzelnen Teile herbeizuführen (beim Schweisseisen, S. 28) oder die vom Giessen herrührenden Blasen, bezw. Poren zuzudrücken (beim Flusseisen, bezw. Flussstahl, S. 31). Man verbindet indes damit die Absicht, das Werkstück für die weitere Bearbeitung günstig zu gestalten, ja vielfach, ihm gleichzeitig die endgültige Gestalt zu geben.

Für erstgenannten Zweck verwendet man mit Vorliebe Hämmer (I, 553) und zwar Dampfhämmer, nachdem die durch Wasser betriebenen Hämmer mehr und mehr durch erstere verdrängt worden sind, seltener mit Wasserdruck betriebene Schmiedemaschinen, Hebelpressen oder Zängmühlen.

Die Zängmühlen, auch wohl Luppenmühlen genannt, bestehen oft aus einer liegenden, innen gerieften Trommel, in welcher sich eine ausserachsig gelagerte geriefte Walze dreht. Man legt die Luppe an der Seite ein, an welcher der grösste Abstand zwischen Trommelwand und Walze sich befindet; letztere zieht die Luppe, diese wälzend in den engeren Zwischenraum und wirft sie, nachdem die Luppe an der engsten Stelle des Zwischenraumes angekommen ist, aus.[2]) Auch sind zu gleichem Zwecke mehrere Walzen einander gegenüber gelegt worden.[3])

Die Hebelluppenpresse oder Luppenquetsche drückt die Luppe mittels des kürzeren Armes eines Hebels, dessen längerer Arm durch die Stange eines Dampfkolbens kraftvoll bewegt wird, gegen eine feste Unterlage.[4]) Dieses Verfahren hat dem vorigen gegenüber den Vorzug, dass dem Arbeiter Gelegenheit gegeben wird, nach jedem Druck — von denen minutlich bis 90 ausgeübt werden — dem Werkzeug eine andere, für den neuen Druck geeignetere Lage zu geben, während bei der Zängmühle ein solches, den beobachteten Umständen angepasstes Regeln ausgeschlossen ist.

---

[1]) E. Mäurer, Die Formen der Walzkunst und das Façoneisen. Stuttgart 1865.

[2]) D. p. J. 1843, **89**, 190 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1851, **121**, 344; 1852, **125**, 173; 1853, **129**, 431; 1857, **145**, 218 m. Abb.

[4]) Karsten, Eisenhüttenkunde. Bd. 4, S. 18 m. Abb.
D. p. J. 1843, **87**, 22 m. Abb.

Die Hebelanordnung verursacht bauliche Schwierigkeiten, beansprucht auch viel Raum. Es werden deshalb neuerdings die mit Wasserdruck betriebenen Schmiedemaschinen vorgezogen.[1]) Eine der arbeitenden Flächen derselben ist in einem Rahmenwerk gelagert, mit welchem man eine oder mehrere Nonnen fest verbunden hat. In diesen verschieben sich die den Wasserdruck aufnehmenden Mönche, und zwar immer senkrecht, welche die bewegliche Arbeitsfläche, gewissermassen den Hammer tragen. Es sind solche Schmiedepressen gebaut, welche bis zu 5000 *t* Druck auszuüben vermögen. Wegen der senkrechten Aufstellung derselben beanspruchen diese Maschinen verhältnismässig wenig Raum, wegen der einfachen Verbindung beider wirkender Flächen durch Zugstangen fallen die Abmessungen viel kleiner aus, als bei Hebelübersetzung. Die Mittel zum Regeln des Druckes nach dem Bedarf sind sehr verschiedenartig.[2])

Von den verschiedenen Dampfhammerarten (I, 553) kommen für den vorliegenden Zweck nur diejenigen in Frage, bei denen der Dampf den Bär nur hebt, sodann denselben aber frei fallen lässt, soweit nicht, behufs Milderung des Schlagens, ein Bremsen mittels des Dampfes nötig wird.[3])

Man will für die Wirkung des Druckes, damit derselbe auf dem Innern des Schmiedestückes zu gute kommt, einige Zeit, kann deshalb keine grosse Aufschlaggeschwindigkeit, wie sie den mit Oberdampf arbeitenden Hämmern eigen ist, gebrauchen.

Wegen der Grösse des für grosse Schmiedestücke, namentlich solcher, die aus Flusseisen bezw. Flussstahl bestehen, erforderlichen Druckes sind die betreffenden Dampfhämmer oft in ganz gewaltigen Abmessungen ausgeführt. Folgende Hämmer haben das daneben angegebene Bärgewicht, bezw. Hub:

A. Krupp	1867	40 *t* Bärgew.	3,5 *m* Hub
Kanonenwerkstatt Perm . . .	1873	50 „ „	? „ „
Alexandrowsky-Stahlwerke .	1874	50 „ „	3,81 „ „
Creusot	1877	80 „ „	5,0 „ „
Cockeril	1885/86	100 „ „	? „ „
Kanonenwerkstatt Terni . . .	1886	100 „ „	
A. Krupp	1886	150 „ „	

Die letzte Angabe ist übrigens nicht verbürgt. Es dürfte die obere Grenze für die Grösse der Dampfhämmer hierdurch erreicht sein, weitere Vergrösserung der Werkstücke aber nur möglich sein bei Benutzung der Wasserdruckpressen. Gewöhnlichen Zwecken dienen weit kleinere Dampfhämmer. Man giebt folgende Werte an:

	Bärgewicht *t*	Hubhöhe *m*	Grösste minutliche Hubzahl
Für Puddelwerke	1,5 bis 2,5	1,0 bis 1,5	80 bis 100
Zum Schweissen und Verdichten mittelgrosser Gegenstände	2,5 „ 5,0	1,0 „ 1,8	80 „ 100
Desgl. grösserer Gegenstände . . .	5,0 „ 10,0	1,5 „ 2,4	60 „ 80
Für gewöhnliche Bessemer- bezw. Stahlwerke	10 „ 20	2 „ 3	40 „ 60
u. s. f.			

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1863, S. 287 m. Abb.; 1886, S. 451 m. Abb., S. 487 m. Abb.; 1887, S. 29, S. 254.
D. p. J. 1886, **259**, 489 m. Abb.
The Engineer, Septbr. 1885, S. 234 m. Abb.
Engineering, April 1886, S. 393 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1888, S. 941 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1878, **229**, 408 m. Abb.
Ledebur, Die Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege. Braunschweig 1879, S 418 m. Abb.

Die durch Frischen des Roheisens gewonnene unreine Schmiedeisen-, (S. 28) bezw. Stahlluppe, deren Gewicht von 20 *kg* bis 150 *kg* beträgt, wird sogleich nach dem Herausnehmen unter einem Hammer (oder in einer anderen, vorhin angeführten Einrichtung) zusammengepresst, um die Schlacke nach Möglichkeit zu beseitigen (I, 450) und die nebeneinander liegenden Eisenteile zu verbinden. Man schmiedet sodann die Luppe zu einem regelmässig viereckigen Stück aus, oder zerteilt sie mittels des Schrotmeissels, welcher hier beilartig gestaltet, mit dem Helm aus einem Stück geschmiedet ist, in mehrere Stücke (Kolben, Schirbel, Scherbel) und verwandelt sowohl ersteres, wie letztere durch Ausschmieden oder durch Auswalzen in Stäbe, die nach Umständen in Stücke zerbrochen und zu Packen verbunden zusammengeschweisst werden (Gärben, S. 29) u. s. w. Flusseisen-, bezw. Flussstahlblöcke bedürfen nur des Verdichtens als Vorbereitung für das Auswalzen.

Schmiedeisenabfälle behandelt man ebenso wie das aus den Eisenluppen gewonnene Eisen: sie werden in Packen vereinigt, schweisswarm gemacht und durch Hämmern oder sonstiges Drücken von der Schlacke befreit, sodann weiter ausgeschmiedet bezw. ausgewalzt.

Das aus solchen Schmiedeisenabfällen gewonnene Eisen zeichnet sich gewöhnlich durch grosse Zähigkeit aus. Bei der Bildung der Packen wählt man grössere, insbesondere Blechabfälle als Hülle für die kleineren. Die Packen darf man bis zur Hälfte ihres Gewichtes aus Flusseisenabfällen bilden. Der Abbrand beträgt 10 bis 40%, desto mehr, je kleiner die Abfallstücke sind.

Zum Erhitzen der Eisenmassen (Luppen, Packen oder Garben, Blöcke) benutzt man selten ein grosses Schmiedefeuer (I, 184), meistens einen Flammofen (I, 167) und zwar, je nach dem Grade der verlangten Temperatur einen Schweiss- oder Glühofen. Zum Erwärmen der Flusseisen-, bezw. Flussstahlblöcke ist besonders der Rollofen (I, 171) beliebt, während die für das Schweissen erforderliche höhere Temperatur namentlich durch Gasflammöfen (I, 172) erzielt wird.[1])

Sowohl für das Schweissen als auch für das sonstige Schmieden ist vorteilhaft, den Ofen möglichst nahe an die Arbeitsstelle zu legen, um sowohl an Arbeit und Zeit zu sparen, als auch die Wärmeverluste möglichst zu mindern. Zu gleichen Zwecken richtet man die zum Übertragen der Werkstücke vom Ofen nach der Arbeitsstelle dienenden Vorrichtungen (Krähne, Hängebahnen, auch Karren) so ein, dass sie ihre Aufgabe in recht kurzer Zeit zu lösen vermögen.

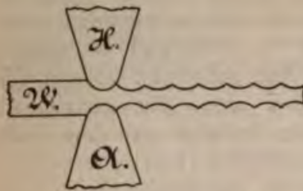
A. Schmieden der Stäbe.

Dasselbe findet z. Z. nur selten statt und zwar hauptsächlich dann, wenn man mit der Ausstreckarbeit ein weiteres Verdichten des Eisens, bezw. Stahles verbinden will. Das Ausstrecken durch Schmieden erfordert viel mehr Zeit als dasjenige mittels Walzen, weshalb letzteres vorgezogen zu werden verdient, solange die angegebene Nebenabsicht nicht vorliegt.

Die Bahnen des zum Schmieden der Stäbe dienenden Hammers wie Ambosses sind länglich viereckig (Fig. 21 und 22), teils nach Art der Finne des Handschmiedehammers (I, 302) stark gewölbt (Fig. 21), teils fast eben, mit abgerundeten Kanten (Fig. 22) gestaltet. Erstere Bahn-

[1]) Versch. Schweissöfen: Prakt. Masch.-Constr. 1878, S. 201 m. Abb.

gestalt fördert das Strecken, liefert aber eine sehr unebene Oberfläche des Werkstückes *W*, Fig. 21, letztere ist dem Strecken weniger günstig, hinterlässt aber weniger tiefe Spuren auf dem Werkstück *W*, Fig. 22, gestattet auch ein Glätten derselben dadurch, dass man nach dem Strecken das Werkstück in die Längenrichtung der Bahn legt, zu welchem Zweck die übrigens wagerechten Bahnen mit ihrer Längenrichtung meistens um 45° gegen die Hauptebene des Hammergestelles geneigt sind. Rundes Eisen erfordert nach einem Kreis-



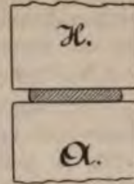
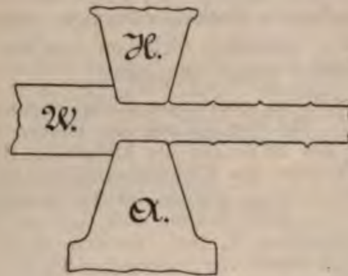


Fig. 21.



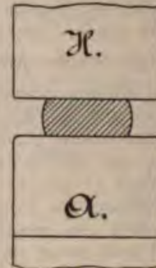


Fig. 22.

bogen ausgehöhlte Bahnen. Hammer wie (Ober-) Amboss sind so mit dem Bär bezw. dem Unteramboss (der Schabotte) verbunden, dass man erstere leicht auswechseln kann, um den wechselnden Anforderungen gerecht zu werden.

Da man das Ausschmieden eines Stabes in einer Hitze vollziehen will, so macht man die geschmiedeten Stäbe weniger lang als die gewalzten, sucht aber die Zeit für das Ausschmieden auch dadurch zu verkürzen, dass man Hämmer verwendet, die in der Zeiteinheit eine recht grosse Zahl Schläge liefern. Die mit Wasserdruck betriebenen Schmiedepressen sind demnach für den vorliegenden Zweck unbrauchbar (es handle sich denn um sehr dicke Stäbe, welche nur langsam abkühlen), ebenso diejenigen Dampfhämmer, bei denen der Dampf nur das Heben des Bärs bewirkt, während die Abwärtsbewegung dem freien Fall überlassen bleibt. Man zieht ihnen die Dampfhämmer vor, deren Kolben nach vollzogenem Hub unter Beihilfe des Dampfes nach unten geworfen werden (Hämmer mit Oberdampf, Schnellhämmer) oder verwendet sogenannte Federhämmer, d. h. Hammerarten, welche im stande sind in der Zeiteinheit viele heftige Schläge auszuüben. Da die Aufgabe des das Werkstück lenkenden Schmiedes eine einfache ist, so stehen von dieser Seite der Anwendung solcher Hämmer mit grosser Hubzahl Bedenken nicht entgegen.

Die Dampfhämmer, welche mit Oberdampf arbeiten (I, 554) unterscheiden sich nicht allein hierdurch von denjenigen, deren Bär lediglich gehoben wird, sondern insbesondere noch dadurch, dasss der zum Heben dienende Dampfdruck das Gewicht des Bärs in weit höherem Grade überschreitet, als bei jenen der Fall ist, so dass auch das Heben des Bärs weit rascher als bei jenen Hämmern erfolgt. Der rasche Hub bedingt ferner Steuerungseinrichtungen, welche weniger in Rücksicht auf Dampfersparnis als zur Erzielung des vorliegenden Zweckes angeordnet sind.[1])

Man lässt auch, die Wirkungsweise des alten Wipphammers nachahmend, den Bär durch den Dampf nur niederwerfen, während gebrauchter Dampf oder Federn das Heben desselben bewirken.[2])

Hier ist auch ein neuerdings aufgekommener **Gashammer** zu erwähnen.[3])

Federhämmer finden für den vorliegenden Zweck da allgemeine Anwendung, wo eine Betriebskraft führende Wellenleitung vorhanden ist. Eine Kurbel, welche von der Wellenleitung aus gedreht wird, erzeugt eine schwingende Bewegung, welche durch eine Metall-, Holz- oder Luftfeder einmal so umgesetzt wird, dass sie sich der Werkstückdicke vollständig anschmiegt, aber auch durch Vermittlung der Masse des Bärs heftige mehr oder weniger regelbare Schläge auf letzteres ausübt.[4]) Man erkennt die Wirksamkeit der Feder an solchen Hämmern leicht, wenn man eine Reitgerte mit dickem Knopf am dünnen Ende erfasst und mehr oder weniger rasch auf und nieder bewegt.

Was die Schlagzahl der **Dampfschnellhämmer** anbelangt, so werden folgende Angaben gemacht: Bis 150 *kg* Bärgewicht wählt man die Kolbengrösse so, dass der Dampfüberdruck 5 bis 6mal so gross ist als das Bärgewicht; man erzielt dann minutlich 300 bis 400 Schläge. Bei 150 bis 500 *kg* Bärgewicht wird die hebende Kraft 4 bis 5mal so gross gemacht, als das Bärgewicht; man erzielt sodann minutlich 150 bis 300 Spiele.

Die minutliche Spielzahl der Federhämmer schwankt, je nach Grösse und Anordnung zwischen 150 und 500.

Das Ausschmieden der Stäbe geschieht meistens in den betreffenden Hütten, in unmittelbarer Fortsetzung des Frischens und Schweissens, bezw. Giessens der Flusseisenblöcke, teils auch wohl — wenn es sich um dünne Stäbe (**Reckeisen, Bandeisen, Zain oder Krauseisen**) handelt — in besonderen, sonst in denjenigen Werken, welche die Stäbe für ihre Zwecke unmittelbar verwenden.

B. Walzen der Stäbe.[5])

Man bedient sich der Walzen entweder, um unmittelbar aus den

[1]) Z. d. V. d. I. 1865, S. 622 m. Abb.; 1886, S. 546 m. Abb.
Wiebe's Skizzenbuch 1870, Heft 4, Bl. 2.
D. p. J. 1872, **205**, 22 m. Abb.; 1874, **212**, 382 m. Abb., **213**, 286 m. Abb.; 1878, **229**, 502 m. Abb.; 1885, **258**, 44.
The Engineer, Bd. 59, S. 379 m. Abb.

[2]) Annales des mines, 5. Ser., Bd. 8, S. 533 m. Abb.
D. p. J. 1859, **152**, 403 m. Abb.

[3]) Z. d. V. d. I. 1887, S. 825 m. Abb.; 1888, S. 453 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1865, **176**, 176 m. Abb.; 1874, **213**, 194 m. Abb., **214**, 429 m. Abb.; 1875, **215**, 397 m. Abb.; 1878, **227**, 426 m. Abb., 524 m. Abb.; 1882, **244**, 430 m. Abb., 492 m. Abb.; 1883, **248**, 314 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 810 m. Abb.; 1886, S. 544 m. Abb., S. 707 m. Abb.; 1887, S. 103 m. Abb.

[5]) P. v. Tunner, Walzenkalibrierung für die Eisenfabrikation. Leipzig 1867.
Die Kalibrierung der Eisenwalzen, Preisschriften (Beilage zum 48. Jahrg. d. Verhandl. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbfl. in Preussen). Berlin 1869.
Wiebe, Skizzenbuch, Heft 19, Taf. 1 bis 5; Heft 20, Taf. 4.
D. p. J. 1838, **67**, 312. Prakt. Masch.-Constr. 1878, S. 307 m. Abb.

gefrischten und ausgequetschten, höchstens etwas vorgeschmiedeten Eisenmassen (Kolben) Stäbe herzustellen, oder um die unter dem Hammer schon weiter ausgestreckten Kolben oder dicken Stäbe zu verfeinern. Schweisspacken werden vielfach ohne vorherige Behandlung mittels Hammers oder Quetschwerkes vom Ofen aus sofort den Walzen zugeführt.

In manchen Fällen will man gewisse Teile des zu erzeugenden Stabes aus besserem, andere aus billigerem Stoff erzeugen. Zu dem Zwecke bildet man den Schweisspacken aus den verschiedenen Stoffen unter Berücksichtigung der Lage derselben im entstehenden Stabe.

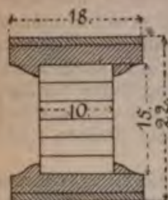


Fig. 23.

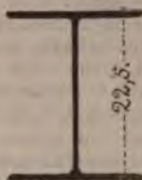


Fig. 24.

Fig. 23 zeigt beispielsweise den Schweisspacken für das, durch Fig. 24 im Querschnitt dargestellte I-Eisen. Die Eisenmasse, welche für den Steg des I-Eisens bestimmt ist, ist geringwertiger, weil an sie weniger Ansprüche gestellt werden als an die Gurtungen des Gegenstandes. Letztere bestehen daher aus mehrfach gegärbtem und ausgeschweisstem Eisen, welches man behufs Bildung des Packens in besonderem, hierfür sich eignendem Querschnitt vorher auswalzte.

Alsdann ist notwendig, die Schweisspacken ausschliesslich durch Walzen zu bearbeiten.

Diejenigen Walzen, welchen die erste Bearbeitung der Werkstücke zufällt, heissen Vorwalzen (auch Puddel-, Luppen- oder Zängwalzen). Ihnen folgt das eigentliche Stabwalzwerk (Reckwalzwerk). Findet ein vorheriges, weitergehendes Ausschmieden der Stäbe statt, so kommt nur das letztgenannte Walzwerk in Frage.

Das Vor-Walzwerk enthält in seinem Gerüst oder Gestell, zwischen zwei starken gusseisernen Ständern, zwei wagerecht übereinander liegende, Walzen heissende Gebilde, welche von der eigentlichen Walzengestalt dadurch abweichen, dass diese nur noch in ringförmigen Resten vorhanden sind, zwischen ihnen aber ringsum laufende Furchen halbkreis-, spitzbogen-, winkelförmigen oder auch rechteckigen Querschnitts sich befinden, so dass an der Berührungsstelle beider Walzen Öffnungen (die Kaliber) frei bleiben, welche den zu erzeugenden Querschnitten entsprechen. Die Furchen nehmen in der Ordnung an Grösse ab; die erste hat z. B. 15 bis 20 *cm*, die letzte gegen 8 *cm* Weite. Aber auch ihre Gestalt wechselt, indem das den Walzen vorzulegende Werkstück ein wenig schmäler sein muss, als die Weite des Furchenpaares, welches es bearbeiten soll, beträgt (I, 321). Bei den eigentlichen Stabwalzwerken muss diese Forderung noch sorgfältiger beachtet werden; es wird ihrer deshalb w. u. eingehender gedacht werden.

Die Furchen der Walzen werden schon beim Guss erzeugt, aber demnächst durch Nachdrehen berichtigt.

Die Walzen haben 1 bis 1,5 *m* Länge, 45 bis 60 *cm* Durchmesser und kreisen minutlich 30 bis 70mal.

Das Stabwalzwerk unterscheidet sich vielfach nur durch geringere Furchenweite und grössere Geschwindigkeit von dem Vorwalzwerke. Im Hinblick auf den Arbeitsaufwand und Zeitverlust (welchen man namentlich wegen des Wärmeverlustes einzuschränken sucht) für das nach jedesmaligem Durchgang (dem Stich) derselben nötig werdende Überheben der Werkstücke, zieht man häufiger vor, drei Walzen übereinander zu legen (Drei-Walzen, Trio-

Walzen, I, 321), so dass z. B. zwischen den beiden unteren der Hingang, den beiden oberen der Rückgang des Werkstückes stattfindet.

Bei der Herstellung der dünnsten Eisenarten (Bandeisen, Draht) genügt die hierdurch zu erzielende Zeitersparnis noch nicht, zumal man diese, um die unvermeidlichen Verluste, welche durch das Abschneiden der unvollkommen ausgebildeten Enden entstehen, weniger fühlbar zu machen, oft in dreifacher Handelslänge zu walzen pflegt. Da nun solche dünne Stäbe leicht gebogen werden können, so erfasst man das heraustretende Ende rasch mittels einer Zange und wendet es so, dass es sofort in das folgende Furchenpaar gelangt. So tritt zuweilen der Fall ein, dass ein und derselbe Stab gleichzeitig an drei verschiedenen Stellen gewalzt wird. Um dieses Verfahren zu erleichtern, hat man wohl besondere Führungen im Gebrauch. (Vergl. w. u. Walzdraht.)

Zur Verarbeitung sehr schwerer Eisenstücke zieht man vor, nur zwei Walzen übereinander zu legen und dieselben vorwärts und rückwärts sich drehen zu lassen, so dass den Arbeitern nur die Aufgabe zufällt, das Werkstück an der jedesmaligen Eintrittsstelle in richtiger Weise zu lenken (I, 321). Solche Kehr-Walzwerke (Reversier-Walzwerke) werden neuerdings meistens durch besondere Dampfmaschinen ohne Schwungrad, welche umgesteuert werden können, betrieben.[1])

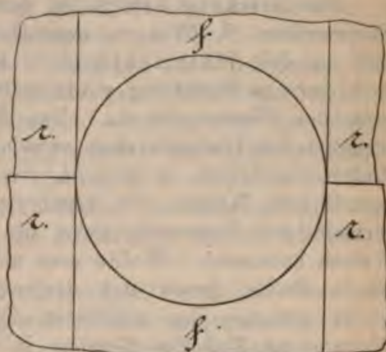


Fig. 25.

In der Regel werden die Kaliber durch zwei einander gegenüber liegende Walzenfurchen gebildet, wie z. B. Fig. 25 (Fertigkaliber für Rundeisen) darstellt. Bei manchen Querschnitten, z. B. denjenigen des Winkeleisens, Fig. 26, lässt sich allerdings in bezug auf die eine (hier obere) Seite kaum noch von einer Furche sprechen, da thatsächlich eine ringförmige Erhöhung vorliegt. Für Flacheisen gewinnt man die Kaliber zuweilen dadurch, dass je ein Ring *r* der einen Walze in eine Furche *f* der anderen Walze greift, wie Fig. 27 erkennen lässt. Hierdurch wird nicht allein möglich eine grössere Kaliberzahl auf dieselbe Walzenlänge zu legen, sondern auch die senkrechte Weite der Kaliber, sonach die Dicke des erzeugten Flacheisens durch Ändern der Walzenentfernung grösser oder kleiner zu machen.


Fig. 26.

Die Umfangsgeschwindigkeit ist naturgemäss bei den Kehrwalzen am geringsten. Sie beträgt für die Stabeisen-Walzwerke (auch wohl Grobeisen-Walzwerke genannt) bei 30 bis 60 *cm* Walzendurchmesser 1,8 bis 2,3 *m*, für Feineisen-Walzwerke, bei 18 bis

[1]) D. p. J. 1857, **144**, 161 m. Abb.; 1875, **216**, 313 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1867, S. 358; 1868, S. 154; 1875, S. 97 m. Abb.

30 *cm* Walzendurchmesser 2,3 *m* bis 4 *m*, wird sogar für die feinsten stabförmigen Gebilde bisweilen bis zu 5 *m* in der Sekunde erhöht.

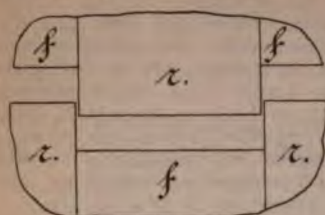


Fig. 27.

Über den Arbeitsbedarf der Walzwerke mache ich hier keine Angaben, da solche ein weiteres als hier zulässiges Eingehen auf die Walzwerkstechnik erforderlich machen würden. Es sei jedoch bemerkt, dass ein grosser Teil der aufgewendeten Arbeit in Wärme übergeführt wird, welche zum Teil dem Werkstück zu gute kommt. Man will beobachtet haben, dass durch diese Wärmezufuhr bei den besonders grossen Geschwindigkeiten (und dünnen Gegenständen) die Temperatur der Werkstücke eher zu- als abnimmt.

Die Streckung erfolgt bei dem Walzen — wie bei Benutzung der Hammerfinne (I, 320) — wesentlich winkelrecht zu den Walzenachsen, oder in der Walzrichtung. Daneben tritt aber auch eine, wenn auch geringe Streckung winkelrecht zu dieser Richtung, eine Erbreiterung des Werkstücks ein. Das Kaliber, d. h. die Öffnung, welche vermöge der Walzenfurchen zwischen zwei einander gegenüber liegenden Walzen frei bleibt, ist nun da, wo die Walzringe, d. h. die Rester der eigentlichen Walzen sich berühren, nicht völlig geschlossen wegen unvermeidlicher Ungenauigkeiten, die namentlich durch die Benutzung der Walzen entstehen. Wollte man also einen Stab vor ein Kaliber legen, dessen Breite genau mit derjenigen des letzteren übereinstimmt, so würde vermöge der erwähnten Erbreiterung des Stabes während des Walzens ein Teil des Metalles in den wenn auch engen Spalt zwischen den Walzen eindringen und Nähte an dem Werkstück hervorbringen (I, 321). Dass unzulässig ist, einem Kaliber ein Werkstück vorzulegen, welches breiter ist als es selbst (die Breite in wagerechter Richtung gemessen), ist ohne weiteres zu begreifen. Sonach kann ein Stab quadratischen Querschnittes nicht in einer Folge quadratischer Kaliber erzeugt werden, ebensowenig ein kreisrunder Querschnitt durch eine Folge kreisrunder Kaliber.

Man trägt diesem Umstande dadurch Rechnung, dass man das Kaliber jederzeit etwas breiter macht, als die Breite des Werkstücks beträgt; sollen auch die Seitenflächen des Stabes glatt und bestimmt gestaltet werden, so wird die Vergrösserung der Kaliberbreite auf Grund von Versuchen so gewählt, dass die seitliche Ausbreitung des Werkstückes durch die betreffenden Walzenfurchenflächen nur einen leichten Widerstand erfährt. Da nun die Grösse dieser seitlichen Ausbreitung ausser mancher anderer Umstände auch von der Weichheit, bezw. der Temperatur des Werkstücks abhängt, so ist nicht allein grosse Umsicht bei der Vorschrift der einzelnen Kaliberabmessungen, sondern auch eine gewisse Kunst bei Benutzung derselben erforderlich, sofern das Walzstück tadellos aus dem Walzwerk hervorgehen soll.

Diejenigen Teile des Werkstückes, welche von den Walzen unmittelbar getroffen verden, erfahren, sofern solches noch möglich ist, eine Verdichtung ihres Gefüges, wogegen diejenigen Teile, welche vermöge

der durch den Walzendruck hervorgerufenen inneren Spannung seitlich ausweichen, im Gefüge gelockert werden. Das veranlasst, soweit möglich, die Richtungen, in welchen der Stab seitens der Walzen beeinflusst wird, zu wechseln, jeden Teil desselben zeitweise dem unmittelbaren Druck der Walzen auszusetzen, d. h. das Walzstück nach jedem Stich um einen gewissen Winkel — meistens einen rechten Winkel — zu drehen. Wenn man nun auch vielleicht vom Arbeiter verlangen könnte, dass er das Werkstück jederzeit in der richtigen Lage dem neuen Kaliber darbiete, so würde damit noch keine Sicherheit gegeben sein, dass der Stab in seiner ganzen Länge in gleicher Lage dem Kaliber zueilt. Man bringt deshalb vor den Kalibern Eisenplatten an, welche den zu bearbeitenden Stab nur in der zutreffenden Lage hindurchlassen. Diese Führungen haben nebenbei den guten Zweck, den Arbeiter von der gefährlichen Nähe der Walzen zurückzuhalten.

Die bei jedem Stich eintretende Verdünnung des Werkstückes hängt teils von der Geschmeidigkeit, Walzbarkeit desselben, teils von anderen Rücksichten ab. Von letzteren sei erwähnt, dass man bestrebt ist, die Abstufungen der Kaliber so zu wählen, dass mehrere derselben als Fertigkaliber benutzt werden können, d. h. Querschnitte liefern, welche in den Handel gebracht werden können. Im allgemeinen verhält sich die Dicke der Werkstücke vor und hinter den Walzen wie 100 : 90 bis zu 100 : 60.

Flacheisen lässt sich (nach Daelen) erzeugen durch zwei Paar glatte Walzen, von denen das eine wagerecht, das andere senkrecht dicht hintereinander gelagert ist, so dass das Walzstück bei jedem Durchgang sowohl in senkrechter als auch in wagerechter Richtung Druck erfährt.

Indem man die Lagerungen der Walzen verstellbar einrichtet, wird möglich, mit der in Rede stehenden Einrichtung Flacheisen sehr verschiedener Breite und Dicke zu erzeugen. Man nennt deshalb derartige Walzanordnungen wohl Universalwalzwerke.[1]).

Sie haben eine wesentliche Vervollkommnung dadurch erfahren, dass man die Achsen beider Walzenpaare in dieselbe Ebene gelegt hat[2]), also den wagerechten und senkrechten Druck an ein und demselben Punkt stattfinden lässt. Allein die in den Quellen angegebenen Anordnungen leiden an dem grossen Mangel, dass das Kaliber bei Beginn des Walzens weit offen und erst bei Beendigung der Arbeit so weit geschlossen ist, wie diejenigen der gewöhnlichen Walzen, so dass unreine, rauhe Ränder entstehen. Neuerdings hat H. Sack[3]) diese Walzen so anzuordnen gewusst, dass nicht allein das Kaliber von vornherein geschlossen ist, sondern auch vermöge Wendens des Werkstückes nach jedem Stich sämtliche Oberflächen desselben Druck erfahren. Es ist anzunehmen, dass diese Walzen für ┼-Eisen und I-Eisen, auch wohl für andere Querschnittsgestalten sich grösseren Eingang verschaffen.

---

[1]) D. p. J. 1861, **162**, 414; 1862, **164**, 401; 1863, **170**, 23, sämtl. m. Abb. Z. d. V. d. I. 1864, S. 261 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1867, **186**, 117; 1868, **188**, 272; 1877, **233**, 376, sämtl. m. Abb.
[3]) D. R. P. No. 39 298; D. p. J. 1887, **265**, 537 m. Abb.

Die dünnsten Stäbe des Quadrateisens und des schmalen Flacheisens werden oft durch ein das Auswalzen an Schnelligkeit noch übertreffendes Verfahren dargestellt, nämlich indem man eine 8 bis 12 *cm* breite, gewalzte Schiene nach ihrer ganzen Länge glühend in Streifen zerschneidet (geschnittenes Eisen, Schneideisen). Man bedient sich hierzu des Eisenspaltwerkes, Schneidwerkes, der Schneidwalzen. Dieses ist aus zwei schmiedeisernen Wellen (Spindeln) zusammengesetzt, welche wie die Walzen eines Walzwerkes in einem gusseisernen Gerüste wagerecht und eine über der andern eingelegt sind. Auf jeder Welle ist eine Anzahl schmiedeiserner, am Rande gut verstählter Schneidscheiben angebracht, welche so dick sind, wie die geschnittenen Stäbe breit werden sollen; ebenso stecken zwischen jenen dicke, aber etwas kleinere, nicht verstählte Mittelscheiben, um sie in der gehörigen Entfernung voneinander zu halten. Gewöhnlich giebt man den Schneidscheiben 25 bis 30 *cm*, den Mittelscheiben 15 bis 20 *cm* Durchmesser, und lässt die Schneidscheiben der einen Welle etwa 18 *mm* tief zwischen die Schneidscheiben der anderen Welle eingreifen. Dadurch bleibt zwischen dem Umkreise jeder Schneidscheibe und der ihr auf der zweiten Welle gegenüber stehenden Mittelscheibe ein Raum, in welchem einer der geschnittenen Stäbe Platz findet. Je zwei sich berührende Schneidscheiben wirken miteinander wie die Blätter einer Schere; das ganze Schneidwerk ist als eine vielfache Kreisschere (I, 364) anzusehen. Die glühende Eisenschiene, welche man den schnell umlaufenden Wellen darbietet, wird von den Schneidscheiben, wie von zwei Walzen gefasst, rasch durchgezogen und in ebensoviele Teile zerschnitten, als Schneidscheiben, auf den beiden Walzen zusammengenommen, vorhanden sind.

Das geschnittene Eisen besitzt keine glatten Flächen, zeigt an zwei benachbarten Kanten einen vom Durchschneiden entstandenen Grat und ist überhaupt nicht so schön, als gewalztes oder gutes geschmiedetes Eisen; es besitzt auch, da es weniger gestreckt wurde, weniger Zähigkeit als diese beiden; ein Schneidwerk mit Scheiben von 30 *cm* Durchmesser, welche 40 bis 50 Umgänge in einer Minute machen, erfordert zum Betriebe einen Arbeitsaufwand von 4 bis 5 Pferdestärken. Eine Umfangsgeschwindigkeit von 80 *cm* sekundlich kann als die vorteilhafteste angesehen werden.

Die Zusammenziehung (das Schwinden) des Eisens von dem glühenden Zustande, in welchem es bearbeitet wird, bis zum völligen Erkalten, beträgt $^1/_{64}$ bis $^1/_{46}$; mit Rücksicht hierauf müssen die Abmessungen der Kaliber, aus welchen Stäbe von bestimmtem Masse für den Handel hervorgehen sollen, angelegt werden. Stäbe, deren Querschnitte verschiedene Dicken haben, verlieren die Wärme an verschiedenen Stellen verschieden rasch, und schwinden nach Beendigung des Walzens in verschiedenem Grade, d. h. sie krümmen sich (I, 212). Um gerade Stäbe zu erhalten, biegt man die noch glühenden in der Richtung, in welcher der Stab eine Krümmung anzunehmen geneigt ist. Vollständige Geradheit ist jedoch auf diesem Wege nicht zu erreichen, weshalb regelmässig ein Richten (I, 314) nach dem Erkalten der Stäbe vorgenommen wird.

Die Enden der Walzstücke sind unregelmässig gestaltet; man schneidet sie deshalb in heissem Zustande mittels einer Kreissäge (I, 417) ab. Es dient dieses Verfahren insbesondere auch zum Abkürzen der Walzstücke in die vom Handel geforderten Längen.

Das gewalzte Stabeisen (Walzeisen) gewährt nicht nur bei seiner Erzeugung beträchtlichen Gewinn an Zeit, sondern es besitzt auch glättere und regelmässigere Flächen, als das geschmiedete (Hammereisen) der Regel nach erhalten kann; letzteres wird daher in jetziger Zeit nur selten erzeugt und regelmässig ist das im Handel vorkommende Stabeisen nur Walzeisen, obwohl das Schmieden der Güte des Eisens förderlicher ist, als das Walzen.

Eine besonders dichte und glatte Oberfläche kann man den gewalzten Stäben erteilen, wenn man sie (nach Behandlung mit Säure, hierauf mit Kalkwasser) wiederholt durch ein Fertigkaliber gehen lässt, ohne sie vorher zu erhitzen (das Kaltwalzen). Zur Herstellung von Wellen hat sich dieses Verfahren als entschieden vorteilhaft erwiesen. Man verwendet für das Kaltwalzen

zweckmässig statt gewöhnlicher Walzen Scheiben, zwischen welchen das Werkstück rollt.[1])

2. Blecherzeugung.[2])

Unter dem allgemeinen Namen Blech sollen hier alle durch Hämmer oder Walzen hervorgebrachten platten- oder blattförmigen Metallerzeugnisse verstanden werden, weil sie sämtlich ihrem Wesen nach zusammengehören, obgleich der gewöhnliche Sprachgebrauch die allerdünnsten Blättchen, welche aus Gold, Silber u. s. w. verfertigt werden, ausschliesst.

Nötige Eigenschaften eines guten Bleches sind: vollkommen ebene Oberfläche (ohne Höcker oder Beulen, Falten u. dgl.); Glätte; gleiche Dicke an allen Stellen einer Tafel; möglichst gleiche Zähigkeit, um wenigstens das Biegen ohne Brechen auszuhalten; Reinheit, d. h. Abwesenheit von Rissen oder Löchern, unganzen oder äscherigen (durch eingemengte Schlacke unzusammenhängenden) Stellen, Schiefer u. s. w.

Das Erzeugen des Bleches geschieht durch Hämmer (geschlagenes Blech) oder durch Walzen (gewalztes Blech, Walzblech). Geschlagenes Blech kann kaum jemals vollkommen tadelfrei sein; denn eine ungleich starke Einwirkung der Hammerschläge auf eine grössere Metallfläche ist nicht wohl zu vermeiden und davon eine ungleiche Dicke die unmittelbare Folge. Wo aber eine Stelle öfter oder stärker von dem Hammer getroffen und dadurch mehr verdünnt wird, muss notwendig auch eine grössere Ausdehnung dieser Stelle erfolgen, und da die umgebenden Teile diese Ausdehnung in der Ebene des Bleches selbst nicht gestatten, so entsteht eine mehr oder weniger beulen- oder haubenartige Wölbung, und eine zweite wesentliche Eigenschaft guten Bleches, nämlich die vollkommene Ebene, ist zerstört. Deshalb hat gut gefertiges gewalztes Blech jederzeit den Vorzug, und gegenwärtig ist dasselbe daher fast allgemein, die Darstellung von geschlagenem Bleche nur ausnahmsweise noch gebräuchlich.

Die Blechhämmer werden stets von Wasser oder Dampf in Bewegung gesetzt und sind von derselben Einrichtung, wie sie zum Ausschmieden dünner Eisenstäbe angewendet werden (S. 178). Der Hammer muss desto schwerer sein, je härter das zu behandelnde Metall ist; demnach beträgt sein Gewicht von 25 *kg* (beim Schlagen der Zinnblätter oder der Zinnfolie) bis zu 250 oder 300 *kg* (für Eisenblech).

Die mit dem Bleche in Berührung kommenden Flächen (die Bahnen) des Hammers und Ambosses sind länglich viereckig, meist nach der Breite etwas gewölbt. Die Hammerbahn ist 15 bis 37 *cm* lang und 2 bis 18 *cm* breit. Die Ambossbahn ist ebenso verschieden an Grösse, gewöhnlich aber etwas breiter als die Bahn des Hammers. Je schmäler die Bahnen sind, desto schneller treiben sie das Metall aus, aber desto schwieriger wird es, ein Blech ohne Unebenheiten zu erhalten. Die Hubhöhe der Hämmer ist verschieden; den grössten,

---

1) D. p. J. 1874, **213**, 12 m. Abb.; 1882, **243**, 458 m. Abb.

2) Prechtl, Technolog. Encyklop. 1830, Bd. 2, S. 231 m. Abb.
Karsten, Eisenhüttenkunde, Bd. IV, S. 373 m. Abb.
Hartmann, Eisenhüttenkunde, Bd. II (Berlin 1834), S. 126 u. 226.
O. Rongé, De la fabric. de la tôle en belgique, Paris et Liège 1863.

für Eisenblech bestimmten, giebt man 55 bis 75 *cm*, den leichtesten (für Zinnblätter) nur 12 bis 15 *cm*, welche beide Bestimmungen als die äussersten Grenzen angesehen werden können.

Die Blechwalzwerke (Streckwerke) wirken wie jedes andere Walzwerk (S. 182); sie unterscheiden sich dadurch von den Stabwalzwerken, dass sie das Werkstück seitlich nicht begrenzen. Die beiden übereinander liegenden Walzen sind möglichst genau und glatt hergestellt. In der Regel bleibt die untere Walze stets an ihrem Ort, und die obere wird nach Erfordernis ihr genähert, um den Zwischenraum so zu erhalten, wie ihn die Dicke des Bleches fordert; denn für jeden neuen Durchgang des Bleches muss, um die Verdünnung fortzusetzen, eine Verkleinerung des offenen Raumes zwischen den Walzen erfolgen. Dazu dienen Schrauben (Stellschrauben)[1], seltener Keile[2]) oder schraubengangartig angeordnete schiefe Flächen[3]), welche von oben auf die Lager der oberen Walzen drücken und diese verhindern, weiter als bis zu einem bestimmten Punkte in die Höhe zu gehen. Meist wird die obere Walze, bei kleinen Walzwerken durch Federn, bei grossen durch Hebel und Gegengewichte getragen, damit sie nicht auf die untere herabfallen und Beschädigung veranlassen kann, damit ferner nicht beim plötzlichen Eintritte des Metalles (besonders wenn dieses dick ist) die Zapfen der oberen Walzen heftig gegen ihre Lager stossen, wodurch irgend ein Teil brechen könnte. Statt dessen ist bei manchen kleinen Walzwerken die Einrichtung getroffen, dass die Stellschrauben nicht nur die Oberwalze niederdrücken, sondern sie auch beim Verkehrtdrehen mit in die Höhe nehmen, wodurch der angegebene Zweck ebenfalls erreicht wird. Die Walzen strecken das zwischen ihnen durchgehende Metall fast nur nach der Länge (in der Richtung der Bewegung, welche gegen die Achse der Walzen rechtwinklig ist) und nur wenig nach der Breite. Je dünner die Walzen sind, einen je grössern Winkel also ihre Umfänge an der Berührungslinie mit dem eingelassenen Metalle bilden, desto geringer ist die Breiten-Streckung, verglichen mit der Ausdehnung in die Länge.

Um eine beträchtlich grössere Streckung nach der Breite zu erhalten, hat man versuchsweise das Mittel angewendet, die Walzen auf ihrer Umfläche mit schraubengangförmigen Rippen zu versehen (Walzen mit schraubengangförmiger Druckfläche)[4]).

Die Walzen kleiner Streckwerke (bis zu 50 *cm* Länge) macht man aus Stahl, der gehärtet wird. Infolge der Fortschritte, welcher sich die Stahlerzeugung erfreut, fertigt man neuerdings auch weit grössere Walzen aus Stahl, ohne dieselben jederzeit zu härten. Andere Walzen bestehen aus Gusseisen und werden am besten in eisernen Formen gegossen, um eine sehr harte Oberfläche zu erhalten (S. 119). Selten giesst man kürzere Walzen mit einem durchgehenden viereckigen Loche und schiebt sie auf eine Schmiedeisen-Achse, um den Zapfen mehr Festigkeit gegen das Zerbrechen zu verschaffen.

Ausser der nötigen Härte müssen gute Walzen noch folgende Eigenschaften besitzen: a. Glätte, welche man ihnen durch sorgfältiges Abdrehen und Schleifen (Schmirgeln) verschafft. b. Vollkommen walzenförmige Gestalt und genaues Zusammentreffen der Walzenachse mit derjenigen der Zapfen. Fehler hiergegen, bezw. deren Folgen sind: wenn die Walzen in der Mitte dünner sind als an den Enden, dass sie das Blech an den Kanten stärker strecken und daselbst Falten oder wellenförmige Krümmungen veranlassen; — wenn sie in der Mitte dicker sind, als an den Enden (bauchig), dass sie in der Mitte eine grössere Streckung bewirken, und folglich dort das Blech beulig und uneben machen; — wenn sie von einem Ende gegen das andere hin verjüngt sind, dass eine säbelartige Krümmung des Bleches entsteht (welche aber auch bei guten Walzen vorkommen kann, wenn sie durch fehlerhaftes Anziehen der

---

[1]) Wiebe, Skizzenbuch 1867, Heft 1, Bl. 4.
[2]) D. p. J. 1825, **16**, 412 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1855, **138**, 272 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1871, **202**, 496 m. Abb.

Stellschrauben an einem Ende einander mehr genähert werden, als am entgegengesetzten Ende); — wenn die Walzen ausserachsig sind (d. h. ihre Umdrehungsachse mit der Achse der Walze nicht zusammentrifft), oder wenn ihr Querschnitt nicht überall die genaue Kreisform hat, dass bei jeder Umdrehung eine abwechselnde Näherung und Entfernung der Umfänge und demnach eine ungleiche Dicke des Bleches entsteht. c. Gehörige Dicke, im Verhältnis zur Länge. Je länger die Walzen sind und je härter das bearbeitete Metall ist, desto grösser muss der Durchmesser sein, damit die Walzen weder brechen noch sich biegen (federn) können; denn wenn letzteres auch nur in sehr geringem Masse eintritt, so hat es schon den nämlichen Erfolg, als wenn die Walzen in der Mitte dünner wären. Man giebt deshalb dem Walzenkörper regelmässig einen Durchmesser gleich einem Drittel bis zwei Fünftel seiner Länge (der Bahnlänge, Bundlänge), den Zapfen ungefähr eine Dicke gleich der Hälfte der Walzendicke. Niemals (ausser etwa beim Walzen des so weichen Bleies) sollte die Dicke der Walzen kleiner sein, als ein Viertel der Länge; bei kleinen Walzen macht man sie selbst gleich der Hälfte bis zu zwei Drittel der Länge (freilich nicht um der Stärke willen, sondern damit nicht wegen zu geringer Dicke eine zu schnelle Umdrehung nötig, auch damit späterhin ein mehrmalig erneuertes Abdrehen zulässig ist). Da indessen Walzen von geringem Durchmesser das Blech stärker in die Länge strecken, als dicke (gleichwie eine schmale Hammerbahn stärker streckt, als eine breite), so ist für kleine Walzwerke eine Einrichtung vorgeschlagen worden, welche diesen Vorteil mit der nötigen Unbiegsamkeit der Walzen vereinigt. Man soll nämlich die Streckwalzen sehr dünn machen, sie aber zwischen zwei dicke gusseiserne Druckwalzen legen, welche das Nachgeben der ersteren (mit denen sie in genauer Berührung stehen) verhindern. Dies würde zugleich den Nutzen gewähren, dass man die stählernen Streckwalzen mit weit geringerer Gefahr des Zerspringens härten könnte, wogegen die gewöhnlichen dicken Walzen gar leicht Härterisse bekommen.

Die Grösse der Walzwerke ist ungemein verschieden. Während zur Erzeugung des Bleches im grossen (auf den Blechhütten) Walzen von 1,2 bis 2,2 *m* Länge nichts Seltenes sind, findet man auch häufig solche Machinen, deren Walzen nur 0,45 bis 1 *m* lang sind, und noch kleinere; in den Goldarbeiter-Werkstätten, Schmuckfabriken, Münzanstalten u. s. w. selbst solche, welche Walzen von nur 8 bis 15 *cm*, sogar 3 oder 5 *cm* haben und zum Ausstrecken von sehr schmalem Blech oder zum Plattwalzen von Draht und dünnen Stäbchen dienen (Plättwerke). Die Länge der Walzen muss bei grossen Werken um 10 bis 15 *cm* mehr betragen, als die Breite der grössten durchzuführenden Blechtafeln. Nach der Grösse richtet sich auch die angewendete bewegende Kraft. Grosse Walzwerke werden durch Wasser oder Dampf getrieben, kleinere zuweilen von Pferden, die kleinsten durch Menschenhand, zu welchem Behufe die Walzen mit Kurbeln versehen sind. Bei den meisten Walzwerken wird nur die eine (gewöhnlich die untere) Walze unmittelbar gedreht, und die andere geht vermöge der Reibung von selbst mit (ist eine sogenannte Schleppwalze). Manchmal dagegen erhält jede Walze, von der andern unabhängig, ihre eigene Bewegung. Nur bei kleinen Walzen, deren Stellung wenig verändert wird, ist es thunlich, die der einen mitgeteilte Bewegung auf die andere durch ein Zahnräder-Paar, das sich an den Walzenachsen befindet, zu übertragen. Bei grösseren sind Kuppelstücke erforderlich, welche die Verbindung zwischen den festgelagerten Zahnrädern und den verstellbaren Walzen vermitteln.

Die Geschwindigkeit der Walzen ist — nach Grösse des von ihnen zu überwindenden Widerstandes und der dazu vorhandenen Betriebskraft, sowie nach der Art der letzteren (indem Menschenhand durch unmittelbare Drehung eine grosse Geschwindigkeit nicht erzeugen kann) — sehr verschieden. Bei grossen, durch Wasser- oder Dampfkraft getriebenen Blechwalzwerken kann man annehmen, dass der Walzenumfang sich sekundlich mit wenigstens 0,5 bis 0,6 *m* (arbeitend) bewegt; man erreicht aber bei dickem Eisenblech 0,9 bis 1 *m* und bei dünnerem Eisen- und Kupferblech u. s. w. selbst 1,7 *m*. Im letzteren Falle machen also Walzen von 45 *cm* Durchmesser minutlich 77 Umläufe.

Beim Gebrauche der gewöhnlichen Walzwerke muss das durchgegangene Blech sofort, über die Oberwalze hinweg, wieder zurückgereicht werden, um von neuem zwischen die schnell einander mehr genäherten Walzen eingehen zu können. Hiermit ist nicht nur ein sehr erheblicher Zeitverlust verknüpft (welcher besonders bei den glühend bearbeiteten Metallen wegen thunlichster Ausnutzung der Hitze in Betracht kommt), sondern es ergiebt sich auch das Heben sehr schwerer Blechtafeln als eine höchst mühevolle Arbeit. Um diese zu ersparen, wendet man (vorzugsweise bei der Erzeugung grosser und dicker Eisenbleche) eins von folgenden Mitteln an: a) Kehrwalzen (S. 181), welche indessen für grössere Geschwindigkeit sich nicht eignen; b) Aufstellung zweier entgegengesetzt laufender Walzwerke nebeneinander; c) Gebrauch bequemer Einrichtungen zum Überheben des Werkstückes.[1])

Die Walzen berichtigt man von Zeit zu Zeit durch Abdrehen.

Von den Metallen, welche zu Blech anwendbar sind, müssen Eisen und Stahl wegen ihrer grossen Härte im glühenden Zustande bearbeitet werden. Das Kupfer hämmert und walzt man an einigen Orten glühend, an anderen kalt. Das Zink besitzt seine grösste Dehnbarkeit bei 125 bis 150° C. und wird daher am besten bei dieser Temperatur bearbeitet. Die übrigen Metalle behandelt man kalt (nur das schmiedbare Messing, S. 77, verträgt auch das Walzen im glühenden Zustande sehr gut, ebenso ist die Bronze von geringem Zinngehalte, S. 83, nicht anders als glühend streckbar); jedoch müssen die Werkstücke von Zeit zu Zeit wieder ausgeglüht werden, insofern sie nicht (wie Zinn und Blei) vor dem Glühen schmelzen. Hierzu, sowie zum Erhitzen der oben genanten Metalle bei der Blecherzeugung bedient man sich teils einfacher Glühherde, teils (mit weniger Brennstoff-Aufwand) der Glühöfen (I, 169 u. f.), insbesondere auch der Muffelöfen (I, 196 u. f.). Kleine Stücke werden auch wohl auf Gasflammen (I, 163) erwärmt.)

1) Eisenblech. Nur das weichste und zäheste Eissen sollte zur Blecherzeugung ausgewählt werden. Man wendet dasselbe zu den gewöhnlichen für allgemeine Zwecke bestimmten Blecharten in Gestalt breiter und nicht zu dicker Stäbe an, welche mit einer von Wasser oder Dampf bewegten Schere in Stücke von angemessener Länge (Stürze) zerteilt werden. Die Stürze werden unter dem Hammer oder jetzt nahezu ausschliesslich im Walzwerke hauptsächlich nach ihrer Breite ausgedehnt; schliesslich beseitigt man durch Beschneiden der fertigen Bleche mittels einer Dampf- oder Wasser-Schere die unregelmässigen, teilweise eingerissenen Ränder, wodurch zugleich Länge und Breite auf das übliche Mass gebracht werden.

Zu den allgemein gangbaren Arten des gewalzten Eisenbleches werden die oben erwähnten Stürze glühend so zwischen die Walzen gesteckt, dass die Richtung der Bewegung ihrer ursprünglichen Breite entspricht, welche nachher die Länge der Blechtafeln wird. Nachdem sie, bei fortschreitend engerer Stellung der Walzen, mehrmals durchgegangen sind, biegt man sie mit dem Hammer in der Mitte zusammen, taucht

---

[1]) Wiebe, Skizzenbuch, Heft 20, Taf. 3.
Samml. von Zeichn. f. d. Hütte, 1861, Taf. 18s, t.
D. p. J. 1860, **156**, 264 m. Abb., 272 m. Abb.; 1865, **185**, 268 m. Abb.; 1872, **203**, 338 m. Abb.

sie in Lehmwasser, steckt zwei oder mehrere ineinander und walzt sie, das Glühen nach Bedürfnis erneuernd, nach und nach völlig aus. Die Biegung (der Saum) geht jedesmal voraus unter die Walzen. Um nicht die langen Walzen durch das dicke Eisen zu gewaltsam in Anspruch zu nehmen (wodurch Bruch entstehen könnte), bedient man sich oft zu der anfänglichen Bearbeitung der Stürze eines eigenen Sturzwalzwerkes mit kürzeren, und zur Vollendung der schon breiter gewordenen Bleche eines Schlichtwalzwerkes mit längeren Walzen. Dickere Bleche, von mehr als etwa 2 *mm* Dicke werden indes einzeln gewalzt. Das Gefüge der Bleche sucht man auch dadurch in seinen beiden Hauptrichtungen möglichst gleichartig zu machen, dass man in den betreffenden Schweisspacken die Schienen teils längs, teils quer legt, dann den Packen zunächst winkelrecht zu seiner Längenrichtung auswalzt, bis die erzeugte Länge wenig kleiner ist als die beabsichtigte Blechbreite, hierauf die Platte in einer, winkelrecht zur erst angewendeten Richtung fertig walzt.

Wenn man nicht nach jedem neuen Glühen den Glühspan (mit einem Handhammer) abklopft, ehe die Bleche wieder unter die Walzen gelassen werden, so drückt sich derselbe in das Eisen ein, löst sich aber bei späterer Verarbeitung (namentlich beim Biegen) des Bleches ab und lässt die Oberfläche rauh und unansehnlich zurück. Es ist sogar nötig, während des Walzens für die Beseitigung des Glühspans zu sorgen. Behufs des Ablösens desselben werden die Bleche mit Wasser benetzt; Aufstreuen von Kohlenstaub soll die Bildung des Glühspans mindern.

Die fertig gewalzten und beschnittenen Bleche werden noch einmal geglüht, und wohl auch, um die vom Walzen entstandene Krümmung zu beseitigen, gepresst. Aus 100 *kg* Eisen erhält man 50 bis 75 *kg* Blech; der Abbrand oder Glühverlust darf nicht über 6 % betragen, der Rest besteht in Abschnitzeln.

Das grossartigste der hierher zu zählenden Erzeugnisse bilden die eisernen Panzerplatten zur äusseren Bekleidung der Kriegsschiffe — 4 bis 7 *m* lang, 1 bis 1,4 *m* breit, oft 12 bis 15 *cm* und mehr dick, — welche durch Zusammenschweissen aufeinander gelegter dünner Platten gebildet werden, indem man diese aus dem Schweissofen in das Walzwerk bringt. Da man die ausgestreckten Platten wieder zu mehreren aufeinander legt, in derselben Weise schweisst und dies allenfalls noch weiter wiederholt, so sind schliesslich 16 bis 64, ja angeblich sogar 160 ursprüngliche Platten zu einem Ganzen vereinigt, welches manchmal 7 500 bis 10 000 *kg* wiegt. Die vom Walzen herrührende Krümmung wird den fertigen Platten dadurch benommen, dass man dieselben an der Erde auf eine ebene dicke Gusseisenplatte legt und eine grosse (7 500 bis 10 000 *kg* schwere) Gusseisenwalze darüberrollt.

Es werden auch — sowohl für die Bekleidung der Kriegsschiffe[1]), als auch zur Panzerung der Geldschränke auf gleichem Wege Platten erzeugt, welche zum Teil aus Stahl, zum Teil aus kohlenstoffarmem Eisen bestehen. Die Platten für Geldschränke werden gehärtet, so dass sie äusserlich (Stahl) den zum Anbohren etwa angewandten Werkzeugen gegenüber hart sind, an der dem Inneren des Geldschrankes zu gerichteten Seite aber genügende Geschmeidigkeit besitzen, um nicht durch heftige Stösse zu zersplittern.

Es ist vorgeschlagen worden, die Blechwalzen hohl zu giessen und während der Arbeit durch hineingeleitetes Wasser zu kühlen, um das sonst nötige äusser-

[1]) Wochenschrift d. V. d. I. 1882, S. 304 m. Abb.

liche Aufgiessen von Wasser zu umgehen, ferner die Walzen-Zapfen (an denen wegen der Hitze keine Ölschmiere zulässig ist) mit heissem Wasser zu bespritzen und sie thunlichst in einer der Wärme der Walzen nahe kommenden Temperatur zu erhalten, und hierdurch den oft vermöge ungleicher Ausdehnung entstehenden Sprüngen vorzubeugen.[1]) Richtiger erscheint der Vorschlag, die Walzen (durch Gasflammen) anzuwärmen[2]), damit die einseitigen Dehnungen, welche infolge der Berührung zwischen Walzen und Werkstück auftreten, gemindert werden. Es wird angegeben, dass unvorgewärmte Walzen die Dauer von nur 80 Tagen hatten, dagegen gleiche, mit Gas vorgewärmte Walzen 342 Tage brauchbar blieben.

Zur Erzeugung derjenigen dünnen Bleche, welche durch Verzinnen zu Weissblech verarbeitet werden sollen, ist von H. Bessemer folgendes, von der sonstigen Blecherzeugung abweichende Verfahren in Vorschlag gebracht worden.[3]) Es werden zunächst auf gewöhnlichem Wege 1 bis 2 *cm* dicke Bleche angenähert in der Breite hergestellt, welche die zu erzeugenden Bleche haben sollen, und dann in Längen von 90 bis 180 *cm* zerschnitten, und an einem Rande — durch eine geeignete Vorrichtung der Schere — keilförmig zugeschärft. Man beizt und scheuert sie sodann rein, glättet sie zwischen Hartwalzen und glüht sie in aus Flusseisen bestehenden Muffeln. Aus diesen Muffeln werden sie hochglühend einem Walzenpaar vorgelegt, welches, vermöge grosser Halbmesser der Walzen (I, 319) im stande ist, die Streckung der Bleche in einem Stich auf das 25fache der ursprünglichen Länge zu vollbringen. Allerdings ist notwendig, dass die Walzen an sich sehr genau, auch sorgfältig gelagert sind und mit ziemlicher Umfangsgeschwindigkeit (es wird angegeben: 76 *cm* Walzendurchmesser, 40 minutliche Umdrehungen) arbeiten. Die erforderliche Temperatur soll teilweise durch die Verluste an mechanischer Arbeit (S. 182) erzeugt werden.

Das gewalzte Eisenblech zeigt die unschwer zu erklärende Erscheinung, dass mit seltenen Ausnahmen seine Zerreissungsfestigkeit in der Richtung, nach welcher die Streckung hauptsächlich erfolgt, also das faserige Gefüge vorzugsweise entwickelt ist, — d. h. in der Längenrichtung der Tafeln — merklich grösser sich ergiebt, als in der Querrichtung; das Verhältnis findet sich zwischen 1 : 0,70 und 1 : 0,98 schwankend, am gewöhnlichsten 1 : 0,84 bis 1 : 0,90.

Der grösste Teil des Eisenbleches wird als Schwarzblech (von der schwarzgrauen Farbe der durchs Glühen oxydierten Oberfläche so genannt) in den Handel gebracht. Man unterscheidet das grössere gewöhnliche Schwarzblech (Sturzblech) in einfaches oder Schlossblech und in doppeltes (Doppelblech). Die Tafeln des letzteren sind für gleiche Dicke fast doppelt so gross. Die kleinen zum Verzinnen bestimmten Tafeln führen den Namen Dünneisen oder Kleineisen (auch Fassblech, von der Verpackung in Fässern); nach dem Verzinnen werden sie Weissblech genannt. Die Abmessungen des einfachen Schwarzbleches sind in der Regel so, dass Länge und Breite der Tafeln sich wie 3 zu 2 (oder sehr nahe so) verhalten; beim Doppelblech ist die Länge etwa das $1^3/_4$fache der Breite. Die dicksten Tafeln sind immer auch die grössten. Am grössten und stärksten sind die Kesselbleche (Salzpfannenbleche und Dampfkesselbleche), deren Dicke von etwa 5 *mm* bis zu 18 *mm* steigt bei einer Länge von z. B. 1,8 und einer Breite von 0,9 *m*. In einzelnen Fällen werden Tafeln von ungewöhnlicher Grösse (12 bis

---

[1]) D. p. J. 1858, **150**, 337.
[2]) D. p. J. 1888, **270**, 479.
[3]) Z. d. Gewerbfleissvereins 1887, S. 225 m. Abb.

20 *m* lang, 0,8 bis 2 *m* breit) gewalzt. Zu gewöhnlichen Verarbeitungen hat man das Schlossblech (s. oben) in Tafeln von 47 bis 95 *cm* Länge, 34 bis 68 *cm* Breite und 0,8 bis 3 *mm* Dicke, 1 *qm* 6,7 bis 23,5 *kg* schwer; ferner Dachblech 95 *cm* lang und 63 *cm* breit; Rohrblech 79 *cm* lang bei 34 bis 42 *cm* Breite, 1 *qm* = 4,7 bis 5,8 *kg*; Rinnenblech von 95 *cm* lang und 34 *cm* breit bis 1,26 *m* lang und 37 *cm* breit. Für verschiedene Zwecke sind Abmessungen von 60 *cm* breit und 1,2 bis 1,5 *m* lang; 75 *cm* breit und 1,5 bis 2,4 *m* lang; 90 *cm* breit und 1,5 bis 2,4 *m* lang; 1,2 *m* breit und lang gebräuchlich, deren Dicke zwischen 1 und 16 *mm* sich bewegt. Von Eisenblech, welches 1 *mm* dick ist, wiegt 1 *qm* ungefähr 7,8 *kg*. Als besondere Kunstleistung verdient Schwarzblech angeführt zu werden, von welchem 1 *qm* nur 134,8 *g* wiegt, dessen Dicke demnach auf 0,017 *mm* zu schätzen ist; man verfertigte daraus Trauerblumen, Besuchskarten u. s. w.

Die rheinischen und westfälischen Blechfabriken liefern die Sturzbleche in 26 verschiedenen Dickenabstufungen (deutsche Lehre)[1]), von denen hier einige angeführt werden:

Nummmer	Dicke in *mm*	1 *qm* wiegt in *kg*
1	5,50	44
10	2,75	22
20	0,87	7
26	0,37	3

In Frankreich unterscheidet man die Eisenbleche der Dicke nach in drei Klassen: *grosses tôles* von 6 bis 15 *mm* und darüber; *tôles moyennes* von 1 bis 6 *mm*, *tôles fines* von 0,1 bis 1 *mm*.

Die Arten des Weissbleches führen nach Grösse und Dicke verschiedene Namen. Gewöhnlich unterscheidet man Pontonblech (das dickste), Kreuzblech, Vorder- oder Förderblech und Senkerblech (das dünnste). Besondere Gattungen sind das Tellerblech, Schüsselblech, Tassenblech u. s. w. Am gewöhnlichsten haben die Platten 35 bis 38 *cm* Länge und 24 bis 28 *cm* Breite, seltener 42 oder 43 *cm* Länge und 32 *cm* Breite. Die Menge des Zinnes beträgt 3 bis 5% vom Gewichte des weissen Bleches. Für besondere Verwendungen (Gasmesser, blecherne Gemässe u. s. w.) werden verzinnte starke Bleche bis zu 1,36 *m* Länge bei 76 *cm* Breite geliefert. — (Über das Verzinnen des Bleches wird später, beim Verzinnen der Metallarbeiten überhaupt, gehandelt.)

Unganze Stellen, welche in den zur Blecherzeugung angewendeten Stoffen enthalten sind (S. 173), stellen sich im Bleche in weit grösserer Flächenerstreckung dar als sonst, indem sie mit der ganzen Eisenmasse zugleich ausgedehnt worden sind. Unganzes Blech spaltet daher beim Biegen, und ist etwa an einem Dampfkessel eine solche Stelle dem Feuer ausgesetzt, so entsteht eine Blase, indem die äussere Schicht glühend wird, sich ausdehnt und zerplatzt; Gefahr einer Explosion, jedenfalls aber frühes Zugrundegehen des Kessels wird dadurch herbeigeführt. Auf folgende Weise prüft man das Kesselblech, ob es frei von unganzen Stellen ist: die Tafel wird auf einen Tisch oder auf Holzunterlagen an die Erde gelegt und durch Kreidelinien in eine Menge kleiner Vierecke eingeteilt. Dann schlägt man mit einem kleinen Hammer auf alle Kreuzungspunkte dieser Linien und beobachtet mit geübtem Ohre den Klang; wo eine unganze oder schlecht geschweisste Stelle im Innern steckt, verändert sich derselbe einigermassen. Dieser Versuch wird auf beiden Flächen des Bleches vorgenommen, und so mit grosser Sorgfalt jeder fehlerhafte Teil, hätte er auch nur die Grösse einiger *qcm*, ermittelt. Stösst man an einer

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1873, S. 434.

solchen Stelle ein Loch durch, so zerfällt das herausgestossene Stück gewöhnlich seiner Dicke nach in zwei Teile. Die Kreidelinien dienen, wie man errät, nur als Sicherung, dass keine Stelle der Fläche ungeprüft übergegangen wird; bei gehöriger Sorgfalt des Arbeiters sind sie deshalb auch entbehrlich.

Verborgene Dopplungen (S. 173) offenbaren sich, wenn das Eisenblech mehrere Stunden in sehr verdünnter Salzsäure liegt, dadurch, dasss alle derartigen fehlerhaften Stellen in Blasen-Gestalt sich erheben.

2) Stahlblech. Seine Herstellung stimmt mit der des gewalzten Eisenbleches wesentlich überein und kommt es wie dieses in sehr verschiedenen Stärken und Abmessungen vor, wie die Anwendungen zu Dampfkesseln, allerlei kleineren Gegenständen, Stahldruckplatten, Uhrfedern, Krinolinfedern, Stahlschreibfedern u. s. w. verlangen.

Kesselbleche werden aus Bessemer-Stahl und ähnlichen zähen Stahlgattungen (S. 29) gemacht; sie haben vor eisernen den Vorzug geringerer Dicke, bei gleich grosser Festigkeit. Uhrfederblech wird in höchstens 10 bis 15 *cm* breiten, aber sehr langen Streifen angefertigt, die man zum Verkaufe zusammenrollt. Die dünnste Art desselben ist das (nur in Gestalt kleiner Blätter in den Handel gelangende) Spiralfederblech, dessen Bestimmung der Name anzeigt. Das Blech zu Krinolinfedern wird in 75 *mm* breiten, 10 *m* und darüber langen Streifen (zwei derselben aufeinander liegend) glühend gewalzt, bis es ungefähr 3 *mm* Dicke hat. Das weitere Auswalzen geschieht gänzlich kalt (auch ohne zwischenfallendes Ausglühen), um die nötige Steifheit zu erzeugen, zu Längen von 50 bis 200 *m* und 0,3 bis 0,5 *mm* Dicke. Endlich zerschneidet man die (nicht merklich breiter gewordenen) Schienen — welche ihrer grossen Länge wegen aufgerollt werden müssen — unter einem kleinen Schneidwerke (S. 184) in Streifchen von 3 *mm* und grösserer Breite. Andere Krinolinfedern werden unmittelbar in der erforderlichen geringen Breite aus Stahldraht hergestellt, indem man diesen flach und dünn auswalzt (plättet). Die vollkommenste Elasticität erhalten Krinolinfedern beiderlei Art durch Härten und Anlassen, zu welchem Behufe man[1]) die langen Streifen über ein Feuer oder durch eine mittels Ofenfeuer erhitzte enge Röhre, dann sofort durch ein dahinter befindliches Ölbad, und schliesslich über ein kleineres Feuer oder zwischen heissen Platten in einer einzigen Bewegung hinzieht. Das Stahlfederblech (zu Schreibfedern) wird ursprünglich in 1,5 *m* langen und 0,67 bis 1 *m* breiten Tafeln verfertigt, welche man unter einer Kreisschere in 6 bis 7 *cm* breite Streifen zerschneidet, durch Abbeizen von Zunder befreit und durch erneuertes Auswalzen auf 0,2 bis 0,25 *mm* Dicke verdünnt.

3) Kupferblech ist selten geschlagen, der Regel nach gewalzt.

Im ersteren Falle werden die Hartstücke (S. 48) glühend unter dem Hammer mit einem Meissel in mehrere Teile (Schrote) zerhauen, dann erst einzeln, hierauf mehrere aufeinander liegend, ausgeschmiedet, indem man sie so oft wieder glühend macht, als sie während der Bearbeitung erkalten. Das Hämmern muss wechselweise auf beiden Flächen und dergestalt geschehen, dass man bald nach der Länge, bald nach der Breite die Schläge reihenweise nebeneinander fallen lässt. Zuletzt gleicht man die entstandenen Beulen, bei langsamem Gange des Hammers und aufmerksamer Lenkung des Bleches, aus, wozu man sich wohl auch eines besonderen Hammers mit breiter Bahn bedient.

Zu gewalztem Kupfer werden die dicken gegossenen Platten zu bestimmter Länge und Breite unter dem Hammer ausgetreckt, bis sie nur noch etwa 15 *mm* dick sind (das Vorschlagen), hierauf rotglühend

[1]) D. p. J. 1860, 158, 36, 338.

gewalzt, erst ausgebreitet liegend, dann doppelt zusammengebogen, wodurch zwei Blechtafeln entstehen. Besser ist es, das Walzen kalt vorzunehmen und das Glühen nur eintreten zu lassen, um die hart und steif gewordenen Bleche wieder zu erweichen; denn bei diesem Verfahren drückt sich der Glühspan nicht in die Bleche ein, und letztere widerstehen besser der Witterung und (an Schiffsbeschlägen) der zerstörenden Wirkung des Seewassers.

Der Metallverlust durch Glühspan beträgt beim Kaltwalzen des Kupfers nur etwa $^1/_4$% (vom rohen Plattenkupfer bis zum fertigen noch nicht beschnittenen Bleche), weil das Kupfer viel weniger von der Luft beim Glühen angegriffen wird, als Eisen. Wird glühend gewalzt, so rechnet man von 100 *kg* Gussplatten 80 fertiges Blech, 13 Abfallkupfer vom Beschneiden, 4 Kupferasche (durch Ablöschen des glühenden Bleches in Wasser oder Urin sich ablösend) und 3 Verlust.

Ein Kupferblechwalzwerk mit 2,1 *m* langen, 45 *cm* dicken Walzen erfordert zum Betriebe etwa 15 Pferdestärken.

Die Kupferblechtafeln (Tafelkupfer) haben am gewöhnlichsten 76 bis 90 *cm* Breite und 1,5 bis 1,8 *m* Länge bei verschiedener Dicke, wonach 1 *qm* 2,5 bis 25 *kg* wiegt. Das schwächste Kupferblech (von 0,5 *mm* und manchmal noch weniger Dicke) wird zusammengerollt verkauft (Rollkupfer, Flickkupfer). Die stärkeren Arten erhalten nach ihrer Bestimmung die Namen: Dachblech, Rinnenblech, Schlauchblech, Schiffblech u. s. w. 1 *qm* Dachblech wiegt 2,5 bis 15 *kg*, am häufigsten 4 bis 5 *kg*. Das Schiffblech (zum Kupfern der Seeschiffe) wird in England 1,22 *m* lang, 35 *cm* breit, 1 *qm* 6,7 bis 12,8 *kg* schwer, verfertigt. Zu grossen Braupfannen verwendet man Tafeln im Gewicht von 45 bis 55 *kg* für 1 *qm* für die Böden und von 25 bis 33 *kg* für die Seiten. — Bei 1 *mm* Dicke wiegt 1 *qm* ungefähr 8,8 *kg*.

Es wird Kupferblech erzeugt, welches auf einer Seite (seltener auf beiden Seiten) mit einer dünnen Lage von feinem Silber oder Golde überzogen ist: beplattetes, plattiertes Blech (I, 453). Man unterscheidet Goldplattierung und Silberplattierung, welche beide — sowie die selten vorkommende Plattierung mit Platin — auf die nämliche Weise hervorgebracht werden.

Man bezeichnet die Stärke der Beplattung, indem man angiebt, den wievielten Teil der Verbindung das Silber, dem Gewichte nach, ausmacht. So hat man Silberbeplattung von $^1/_{40}$ (und manchmal noch schwächer) bis zu $^1/_{10}$, woran demnach das Silber $^1/_{39}$ bis $^1/_9$ des Kupfergewichtes beträgt. Dieses Verhältnis drückt — wegen der Verschiedenheit des Einheitsgewichtes beider Metalle — nicht zugleich das Verhältnis der Dicke aus; vielmehr ist z. B. bei der Beplattung zu $^1/_{40}$ das Silber, der Dicke nach verglichen, nur etwa $^1/_{47}$, bei $^1/_{30}$ ungefähr $^1/_{35}$, bei $^1/_{20}$ ungefähr $^1/_{24}$, bei $^1/_{10}$ ungefähr $^1/_{12}$ des Ganzen. Mithin ergiebt sich, dass bei der schwächsten Beplattung ($^1/_{40}$), selbst wenn das Blech zu der geringen Dicke von 0,25 *mm* ausgewalzt wird, das Silber doch noch wenigstens $^1/_{180}$ *mm* dick darauf liegt, was weit mehr beträgt, als die Dicke der meisten Versilberungen. Die Benennung der Beplattung drückt in jedem Falle den Gewichtsanteil des darin befindlichen Silbers aus, ohne Rücksicht darauf, ob das Blech einseitig oder auf beiden Seiten beplattet ist.

Das Verfahren der Goldbeplattung unterscheidet sich von dem bei der Silberbeplattung angewendeten dadurch, dass man die Kupferplatte — statt mit einer starken Auflösung salpetersauren Silbers — mit einer gesättigten Lösung von Gold in Königswasser bestreicht; auch ist die Goldbeplattung regelmässig sehr dünn.

Bei der Platinbeplattung bestreicht man das Kupfer mit einer Lösung des Platins in Königswasser.

Man kann aber auch ohne dieses Hilfsmittel auf folgende Weise zum Ziele kommen: Eine dünne viereckige Platinplatte und eine viel dickere, etwas grössere Kupferplatte werden so blank als möglich gemacht, aufeinander gelegt, stark zusammengedrückt und zur Abhaltung der Oxydation mit Streifen von

dünnerem Kupferbleche dicht umwickelt. So vorbereitet, werden mehrere dergleichen Plattenpaare rasch zum Rotglühen erhitzt und — aufeinander geschichtet — einem sehr starken Drucke in einer Wasserdruck-Presse oder den kräftigen Stössen eines Prägwerkes unterworfen, wodurch die Vereinigung der beiden Metalle erfolgt. Nach dem Erkalten und nach Entfernung der Umwickelung geschieht die Streckung unter dem Walzwerke wie gewöhnlich. Aus platinbeplattetem Kupfer verfertigt man Schalen u. dgl. für chemische Laboratorien, als wohlfeilen Ersatz der ganz platinenen Gefässe. Doch muss man dieselben durch Stanzen in hohlen Formen (I, 296) und nicht durch Hämmern herstellen, da unter dem Hammer — der verschiedenen Dehnbarkeit wegen — das Platin sich leicht vom Kupfer wieder trennt. — Sehr haltbare Platinplattierungen auf Kupfer werden nach folgenden zwei Verfahren gewonnen, von welchen die erste durch ihre Einfachheit sich besonders für die Anwendung im grossen empfiehlt: a. Eine 4 bis 6 *mm* dicke, vollkommen flache und glatte Kupferplatte wird schwach geglüht, in verdünnter Schwefelsäure abgebeizt, mit feinem geschlemmten weissen Sande rein gescheuert, mit destilliertem Wasser abgespült, durch Reiben mit einem weichen Korke und einem feuchten feinpulvrigen Gemenge von 1 Teil Chlorsilber, 2 Teile Weinstein, 1 Teil Kochsalz, 1 Teil Schlämmkreide versilbert, wieder gespült, endlich dadurch getrocknet, dass man sie geneigt hält, schwach erwärmt und vorsichtig darüber hinbläst. Dann legt man auf diese Platte zwei bis fünf dünne, ebenfalls gut gereinigte Platinblätter, deren letztes so gross sein muss, dass man seine Ränder um jene des Kupfers legen kann. Endlich bedeckt man das Ganze mit dünnem, durch Glühen oberflächlich oxydiertem Kupferblech, welches gleichfalls an den Rändern dicht anschliessend umgelegt wird, lässt es bei mässigem Drucke zwei bis dreimal durch das Walzwerk gehen, erhitzt rasch zum Rotglühen und walzt möglichst schnell bei scharf gespannten Walzen bis etwa zur doppelten Länge aus. Hierbei platzt die Kupferhülle, welche nun vor weiterem Strecken beseitigt wird. — b. Die wie oben vorbereitete und vom Spülen noch feuchte Kupferplatte wird (ohne Versilberung) mit einer dünnen gleichmässigen Lage höchst fein zerriebenen Platinschwammes (S. 70) bepudert, dann wie angegeben mit Platinblättern belegt und im übrigen ganz nach dem ersten Verfahren behandelt.

Die dünnsten gold- und silberplattierten Bleche sind die unechten Folien (Kupferfolien), deren Dicke ungefähr $^1/_{21}$ bis $^1/_{18}$ *mm* beträgt. Unechte Silberblätter bestehen auch öfters aus dünnem gewalzten Kupferbleche, welches man kalt versilbert, indem man feines (aus Silberauflösung durch Kupfer gefälltes) Silberpulver nebst Weinstein und Kochsalz nass mit feiner Leinwand aufreibt. Farbig werden die Blätter dargestellt, indem man ihre Silberseite mit einer durch pflanzliche Farbstoffe gefärbten Hausenblase- oder Gelatine-Auflösung anstreicht. — Es ist zu bemerken, dass die ausgewalzten beplatteten Bleche (auf welchen das Gold oder Silber nur eine sehr dünne Schicht bildet) das Glühen teils gar nicht, teils nur unter Beobachtung der höchsten Vorsicht vertragen, indem dabei leicht das edle Metall sich mit dem Kupfer chemisch verbindet, oder wenigstens in dessen Poren einzieht, wodurch die Gold- oder Silberfarbe verloren geht. Wird so veränderte Beplattung durch verdünnte Schwefelsäure blank gebeizt (von darauf sitzendem Kupferoxyd gereinigt), dann einige Minuten lang in Auflösung von salzsaurem Zinkoxyd gesteckt, so beseitigt letztere oberflächlich das Kupfer und der Silberüberzug erscheint wieder hergestellt.

Man hat versucht, Kupfer mit Aluminium zu beplatten, aber diese Aluminiumbeplattung hat kaum einen Wert; wogegen das in Anregung gebrachte und hier gelegentlich auch zu erwähnende Plattieren des Aluminiums mit Gold oder Silber gar keinen Sinn hat, solange das Aluminium ein teures Metall ist.

4) Messing-Blech und Tombak-Blech. — Die Erzeugung derselben stimmt mit jener des Kupferbleches bis auf den einzigen Umstand überein, dass die Bearbeitung hier stets — bis auf die S. 77 angezeigte Ausnahme — kalt geschehen muss, weil gewöhnliches Messing und Tombak im glühenden Zustande spröde sind.

Die 6 bis 20 *mm* dick gegossenen und dann zerschnittenen Platten (S. 81) erfordern, wenn sie durch Schlagen in Blech verwandelt werden sollen, leichte Hämmer und anfangs ziemliche Vorsicht, weil das Messing recht spröde ist, bevor das kristallinische Gefüge, welches ihm vom Gusse aus eigen ist, durch die Bearbeitung eine hinlängliche Verfeinerung erlitten hat. Die geschlagenen Bleche werden unter einem Planierhammer mit breiterer Bahn geebnet.

Zur Verfertigung des gewalzten Messing- oder Tombakbleches, welches das gewöhnlichste ist, werden gegossene Platten entweder sogleich unter die Walzen gebracht, oder zuerst mittels des Hammers etwas ausgestreckt und hierauf gewalzt. Solange die Platten noch dick sind, ist nach jedem Durchgange zwischen den Walzen das Ausglühen notwendig; späterhin seltener. Sowohl die Walzen als die Bleche bestreicht man mit Öl, um das Anhängen der letzteren an die ersteren zu verhindern. Manche sehr breite und dünne Arten streckt man durch Walzen bis zur erforderlichen Länge, und treibt sie zuletzt (zwanzig und mehr Tafeln aufeinander liegend) unter einem Schnellhammer (S. 178), der 300 bis 400 Schläge in einer Minute macht, noch bedeutend in die Breite aus. Die dünnste Gattung des Messingbleches, das sog. Rauschgold (Knittergold), welches etwa $^1/_{90}$ bis $^1/_{65}$ *mm* Dicke hat, wird auf ähnliche Weise verfertigt, indem man ein schon unter den Walzen papierdünn gestrecktes und blank abgebeiztes Blech mit dem Hammer noch dünner schlägt, wobei es zugleich seine Steifigkeit und seinen hohen Glanz erhält.

Ein Messingwalzwerk mit 2 Paar Walzen von 90 *cm* Länge und 39 *cm* Durchmesser, wovon das eine Paar minutlich 12, das andere 24 Umgänge macht, wird durch eine Betriebsmaschine von 40 Pferdestärken betrieben. — Von 200 *kg* zugeschnittener Gussplatten erfolgen durchschnittlich 190 *kg* fertiges Blech, 9 *kg* Abfall und 1 *kg* Glühverlust.

Die Messing- und Tombakbleche überziehen sich durch das zwischen der Bearbeitung mehrmals wiederholte Ausglühen mit einer dünnen schwärzlichen Oxydhaut, welche meistenteils durch Beizen mit verdünnnter Schwefelsäure (20 *kg* Wasser auf 1 *kg* engl. Schwefelsäure) weggeschafft wird. Das gebeizte Blech wird mit nassem Sande abgescheuert, abgespült und über Kohlenfeuer schnell getrocknet, oder (doch meist nur auf einer Seite) auf einem hölzernen Bocke mit einem langen, zweigriffigen Messer (zuweilen mit einer mechanischen Vorrichtung) geschabt, wodurch es einen hohen Glanz erhält. Durch das Beizen gehen im grossen Durchschnitte etwa 2 %, durch das (einseitige) Schaben 4 % am Gewichte verloren. Statt des Schabens wendet man auch wohl trockenes Abschmirgeln an, indem man das Blech auf einem etwas schrägen Tische unter einer ausserordentlich schell umlaufenden, mit aufgeleimtem Schmirgelpulver bekleideten Walze ziemlich rasch durchzieht. Nach dem Gesagten erklärt sich der Unterschied zwischen schwarzem Messingbleche und lichtem oder blankem Messingbleche. Schwarz kommen in der Regel nur die dicksten Arten in den Handel. Bleche, welche hart und elastisch sein sollen, werden nach dem letzten Hämmern oder Walzen nicht geglüht, was dagegen bei solchen der Fall ist, welche man weich verlangt. Die dünnsten Bleche werden dicht zusammengerollt (Rollmessing, Rolltombak), die stärkeren bloss einigemal umgebogen und flach zusammengelegt (Bugmessing), die dicksten in schlichten Tafeln verkauft (Tafelmessing, Tafeltombak). — Tafelmessing ist gewöhnlich 30 bis 55 und selbst 65 *cm* breit, von verschiedener Länge und 1 bis 17 *mm* dick. Die dünnsten Tafeln sind aber auch die längsten und schmälsten. Das Bugmessing begreift schmale und dünne, aber lange Arten (Länge 1 bis 5,5 *m*, Breite 18 bis 26 *cm*, Dicke 0,3 bis 2 *mm*), wobei mit abnehmender Dicke die Länge und Breite steigt. Rollmessing hat man von 0,4 bis etwa 0,12 *mm* herab Dicke und 12 bis 46 *cm* Breite; die Länge der Rollen ist wenig verschieden (un-

gefähr 6,5 *m*). Von Messingblech, welches 1 *mm* dick ist, wiegt 1 *qm* durchschnittlich 8,6 *kg*. — Das (glühend ausgewalzte) Blech von schmiedbarem Messing, S. 77, wird zum Beschlagen der Seeschiffe statt Kupfer (als Schiffblech) gebraucht. Zum Dachdecken wendet man bisweilen Messingblech an, welches etwa 2,4 *m* lang bei 30 oder 33 *cm* Breite und von solcher Stärke ist, dass 1 *qm* ungefähr 6 *kg* wiegt.

5) Neusilberblech, Argentanblech (Pakfongblech). — Das Neusilberblech wird gewalzt, aber ein Vorschlagen desselben unter dem Hammer ist von Nutzen. — Man giesst — zwischen zwei gusseisernen Tafeln, welche durch eingelegte Randleisten im gehörigen Abstande voneinander erhalten werden — Platten von 20 bis 30 *cm* Länge, 12 bis 20 *cm* Breite und 8 bis 12 *mm* Dicke. Das Hämmern und Walzen derselben muss anfangs sehr behutsam (unter langsam fortschreitender Verdünnung) geschehen. Nach jedem Überhämmern oder nach jedem Durchgange zwischen den Walzen muss man das Metall schwach (bis zur kirschbraunen Farbe) glühen; die Bearbeitung darf nicht eher fortgesetzt werden, als bis es völlig wieder erkaltet ist. Ist aber das Gefüge einmal verfeinert, so lässt sich das Neusilber fast ebensogut wie Messing verarbeiten. Die Spannung, welche die Bleche hier und da beim Walzen erhalten, muss ihnen durch einige Hammerschläge benommen werden; versäumt man dies, so entstehen bei fortgesetztem Walzen Risse an den gespannten Stellen. Sehr dünnes Neusilberblech kommt im Handel unter dem Namen Rauschsilber vor; es gleicht (bis auf die Farbe) dem Rauschgolde (S. 195) und wird wie dieses verfertigt, ist aber dicker (etwa $^1/_{66}$ bis $^1/_{40}$ *mm*).

Man hat den Versuch gemacht, Neusilber gleich Kupfer (S. 193) mit Silber zu beplatten, und dadurch den Vorteil erreichen wollen, dass bei Abnutzung des Silberüberzuges nicht eine rote, sondern eine weisse Unterlage durchscheine. Dieses Verfahren ist aber entbehrlich und die Anwendung stark versilberten Neusilbers (S. 89) vorzuziehen, da die Versilberung viel wohlfeiler ist als die Beplattung und leicht wieder erneuert werden kann.

6) Bronze-Blech. Diejenigen Arten der Bronze, welche aus Kupfer mit Zink und wenig Zinn bestehen, also eigentlich wie ein etwas zinnhaltiges Messing angesehen werden können, lassen sich gleich dem gewöhnlichen Messing auf Blech verarbeiten; dies ist jedoch mit der allein aus Kupfer und Zinn bestehenden Bronze nur dann der Fall, wenn der Zinngehalt sehr klein ist und das Auswalzen im rotglühenden Zustande geschieht: in Frankreich verfertigt man Blech zum Beschlagen der Seeschiffe aus einer Legierung von 94 bis 96 Kupfer mit beziehungsweise 6 bis 4 Zinn, und hat dasselbe weit dauerhafter gefunden, als Kupferblech und Messingblech.

7) Bleiblech. Bei der grossen Weichheit des Bleies werden Bleibleche nie anders als durch Walzen dargestellt (Walzblei). Man zerschneidet die gegossenen, 6 bis 30 *mm* dicken Platten (S. 147) in kleinere Stücke und bringt diese ohne weitere Vorbereitung unter das Walzwerk. Anfangs lässt man die Platten einzeln durch die Walzen gehen, später, wenn sie dünnn geworden sind, legt man bis zu 12 oder noch mehr aufeinander, deren Zusammenhaften durch Bestreichen mit Öl verhindert wird.

Zu diesem Einölen ist eine mechanische Vorrichtung angegeben.[1]) — Die fertigen Bleche werden mit einer Schere oder zweckmässiger mit einem Messer beschnitten und gewöhnlich zusammengerollt (Rollblei). Ganz dünne Blätter, wie das gewalzte Tabakblei, können zu hundert und mehr auf einmal in einer Presse, mit einem Werkzeuge wie der Beschneidhobel der Buchbinder, beschnitten werden.

Bei der Anfertigung von Walzblei, von welchem ein *qm* 16 bis 25 *kg* wiegt, kann man aus 100 *kg* Gussplatten 90 fertiges Rollblei und 10 Abfall rechnen; aus 100 *kg* Abfallblei (durch Einschmelzen) 94 *kg* Gussplatten, 5 *kg* Krätze und Abgang, 1 *kg* Schmelzverlust.

Man verfertigt gewalzte Bleiplatten von 0,2 *mm* bis zu 8 *mm* Dicke; am gebräuchlichsten sind die 1 bis 3 *mm* dicken. Ein *qm* von 1 *mm* Dicke wiegt etwa 11,3 *kg*. Ihre Grösse ist verschieden und oft bedeutend, die Breite meist 0,75 bis 1 *m*, die Länge bis 3 *m* und darüber. Das gewalzte Tabakblei ist glätter und im allgemeinen dünner als das gegossene (S. 148); das schwächste hat nur etwa 0,05 *mm* Dicke und wiegt für 1 *qm* 0,5 *kg* oder wenig mehr; stärkeres steigt bis ungefähr 0,1 *mm* und wiegt 1,05 *kg*. Man zerschneidet es zum Gebrauche in Stücke, von der zu den Tabakpacken erforderlichen Grösse, z. B. 25 *cm* lang und 17 *cm* breit oder 20 *cm* lang und 12 *cm* breit, wozu noch die kleinen quadratischen Bodenblättchen kommen. — Zinnbeplattete Bleibleche erhält man, wenn man eine ganz blanke und reine Bleiplatte und eine ebenso vorbereitete Zinnplatte (oder eine dünne Bleiplatte und ein Zinnblatt) aufeinander legt und zusammen auswalzt, wobei sie sich vereinigen (I, 444, 445); oder indem man auf eine dicke, rein geschabte, mit geschmolzenem Zinn und etwas Kolophonium angeriebene Bleiplatte eine Schicht Zinn giesst und sodann das Ganze unter den Walzen beliebig ausstreckt. Wegen der ungleichen Streckbarkeit beider Metalle ist es am besten, das Blei gänzlich mit Zinn einzuschliessen, wonach es sich nicht stärker als dieses ausdehnen kann. Zu diesem Ende legt man eine z. B. 22 *cm* lange, 13 *cm* breite, 12 *mm* dicke, gehörig gereinigte und mit bleihaltigem Zinn verzinnte Bleiplatte in eine eiserne Giessform, deren Höhlung 25 *cm* lang, 15 *cm* breit und 18 *mm* weit ist, erhält sie durch zwischengelegte Zinnstückchen gleichmässig von deren Wänden entfernt, und giesst den leeren Raum mit Zinn aus. Um einen schwächern Zinnüberzug zu erlangen, ist es genügend, eine noch ziemlich starke Tafel nur durch Aufreiben von geschmolzenem Zinn mit Kolophonium zu verzinnen, und dann auszuwalzen. Auf diese Weise entsteht das verzinnte Tabakblei, welches der Einwirkung der im Schnupftabak enthaltenen Beizmittel nicht so unterliegt, wie das unverzinnte.

Ein eigentümliches Verfahren der Bleiplattenerzeugung, welche das Walzen ganz umgeht, besteht darin, eine gegossene dicke Bleiwalze, während sie in Achsendrehung begriffen ist, einem seiner Länge nach sich erstreckenden Messer darzubieten, welches bei jeder Umdrehung um so viel, als die Dicke der Platten betragen soll, vorrückt und ihn spiralförmig abschält.[2]) Man hat hierbei die frisch geschnittenen Platten sofort beim Austritt aus der Maschine galvanisch verzinnen wollen.

8) Zinnblech. Die Verarbeitung des Zinnes unter dem Walzwerke stimmt mit jener des Bleies überein; wiewohl dickere gewalzte Zinnplatten nicht häufig — am meisten noch von sogenanntem Britannia-Metall, S. 54 — verfertigt werden. Die ganz dünnen Zinnblätter, welche unter dem Namen Stanniol, Zinnfolie, Zinnblätter zu verschiedenen Zwecken, am häufigsten aber zur Belegung der Glasspiegel angewendet werden, verfertigt man teils durch Walzen, teils durch Schlagen mit dem Hammer.

---

[1]) D. p. J. 1874, **174**, 179.
[2]) D. p. J. 1861, **160**, 255.

Zu den für die Spiegelbelegung dienenden Zinnblättern (Spiegelfolie) wird das Zinn rein oder mit 1 bis 2 % Kupfer gemischt verarbeitet; dieser Zusatz vermehrt sehr bestimmt die Festigkeit des Blattes.

Nach der älteren Art geschieht (oder geschah) die Herstellung des Stanniolès ganz allein durch Schlagen, nämlich unter den Stanniolhämmern, welche gewöhnliche leichte Schwanzhämmer von ungefähr 25 *kg* Gewicht sind und 250 bis 300 Schläge in einer Minute machen (Stanniolschlägerei)[1]. Hammer und Amboss müssen auf der Bahn gut verstählt, gehärtet und poliert sein. Man giesst aus dem Zinne, welches in einem gusseisernen Kessel geschmolzen wird, in eisernen Formen (Eingüsse) Stäbe von etwa 35 *cm* Länge, 37 *mm* Breite und Dicke, welche unter drei Hämmern, dem Streckhammer, Zainhammer und Platthammer, der Reihe nach bearbeitet werden. Die Bahn eines jeden dieser Hämmer hat 12 *cm* Länge und 10 *cm* Breite; die Ambosse sind an Grösse verschieden: die Bahn ist beim Streckambosse 28 *cm* lang und 10 *cm* breit, beim Zain- und Plattambosse 28 *cm* lang, 20 *cm* breit. Die Zinnblätter ruhen beim Schlagen auf einem wagerechtem Brett, welches neben dem Ambosse angebracht ist. Im Winter wird das Zinn auf einer geheizten Eisenplatte erwärmt; die auf diese Weise erzeugten Zinnblätter sehen etwas matt und gleichsam fein gekörnt aus, während die kalt geschlagenen ganz glatt, wie poliert, erscheinen. Die gegossenen Stäbe werden zuerst einzeln unter dem Streckhammer zu 1,8 bis 3 *m* Länge ausgedehnt (das Strecken); hierauf legt man mehrere derselben aufeinander, ebnet sie unter dem Zainhammer (das Ausebnen), wobei ihre Länge auf 2,4 bis 3,6 *m* zunimmt, schneidet sie in der halben Länge ab, legt die Hälften aufeinander, und verlängert sie nötigenfalls unter dem Zainhammer wieder auf 1,8 bis 3 *m* (das Langzainen). Die Breite ist während dieser Bearbeitungen nur auf 7 bis 10 *cm* gestiegen. Das Büschel von vielen aufeinander liegenden Blättern (der Schlag) wird nun abermals in der Mitte zerteilt, noch etwas in die Länge gestreckt (Ablängen), dann aber unter dem Zainhammer (Breitzainen) und zuletzt unter dem Platthammer (Ausplatten) in die Breite ausgedehnt, wobei man das oberste und unterste Blatt mit Öl oder Fett bestreicht, um das Anhängen an Hammer und Amboss zu verhindern. Die fertigen Blätter, welche in einer Anzahl von 32 bis 192 aufeinander liegen, werden auf den Rändern mit einem Messer nach dem Winkelmasse beschnitten, mit einem hölzernen Hammer auf einer glatten gusseisernen Platte völlig geebnet, dann auseinander genommen, die fehlerhaften beseitigt, endlich meist in zwei, drei oder vier Teile oder kleinere Blätter mit dem Messer zerschnitten. Der Abfall beim Beschneiden beträgt ein Fünftel (bei grossen Blättern) bis ein Drittel (bei den kleinsten). Der Verkauf für die Spiegelfabriken geschieht in Rollen von 100 Blättern; ein solche Rolle heisst ein Schlag.

Eine bedeutende Arbeitsersparung ist in neuerer Zeit dadurch erreicht worden, dass man das Zinn zu Platten (nicht Stäben) giesst, diese zunächst unter einem Walzwerke (wie die Bleiplatten, S. 196) beträchtlich streckt und verdünnt, und nur den letzten Teil der Bearbeitung den Hämmern überlässt.

Gegenwärtig geht man oft noch weiter, indem man schon durch eine eigentümliche Art des Giessens sehr dünne Blätter erzeugt (S. 148), welche mit Umgehung des Walzens nur eines verhältnismässig kurzen Schlagens bedürfen, um in verkäufliche Zinnblätter umgewandelt zu werden. Es werden z. B. die grossen gegossenen Blätter, von welchen 1 *qm* ungefähr 700 *g* wiegt, in 4, 6 oder 8 Teile zerschnitten, 300 dergleichen aufeinander gelegt und durch 6stündiges oder längeres Schlagen mit einem hölzernen Handhammer, teils auch unter einem Gleishammer, dünngeschlagen; man erhält auf diese Art Blätter, welche nach dem Beschneiden der Ränder z. B. 81 *cm* in der Länge, 54 *cm* in der Breite messen und Stück für Stück 70 *g* (bei einer Dicke von etwa 0,022 *mm*) oder weniger wiegen, bis herab zu 33 *g* (Dicke 0,01033 *mm*).

---

[1]) Herdegen, Die Stanniolschlägerei. Erlangen 1807 (als 2. Band von Rösling's Fabrikenschule).

Die Grösse der Stanniolblätter ist sehr verschieden und oft beträchtlich, da die Belegung auch der grössten Spiegel mit einem einzigen Blatte hergestellt werden muss. Mit der Flächengrösse steigt auch die Dicke. Ein Blatt von 2,07 *m* Länge und 80 *cm* Breite, womit ein Spiegelglas von 2,04 *m* und 78 *cm* belegt werden kann, wiegt z. B. 6,2 *kg* (1 *qm* = 3743 *g*), was ungefähr 0,51 *mm* Dicke entspricht: zu den kleinsten Spiegeln gebraucht man eine Art, von der 1 *qm* meist nicht unter 275 *g* (200—400) wiegt (Dicke etwa 0,038 *mm*). Die allgemein vorkommenden kleinen Arten, welche zum Ausfüttern von Kästchen, zum Einwickeln von Seifen, Schokolade u. s. w. Anwendung finden, messen von 44 *cm* an bis 1 *m* in der Länge bei 28 bis 54 *cm* Breite und werden in Rollen von $^1/_2$ *kg* verkauft; ihre Dicke geht von 0,15 *mm* (Gewicht von 1 *qm* 1100 *g*) bis ungefähr 0,0077 *mm* (1 *qm* = 56 *g*) herab.

Zu den eben gedachten Verwendungen (ausser der Spiegelbelegung) wird auch sehr viel bleihaltige Zinnfolie erzeugt, und zwar auf zweierlei Weise, indem man entweder aus einer Legierung von Zinn und Blei (mit 60 bis 96% Zinngehalt) Platten giesst, die dann gewalzt und dünngeschlagen werden, oder eine Bleiplatte von beispielsweise 37 *cm* Länge, 22 *cm* Breite und 16 *mm* Dicke in einer angemessen vorgerichteten Giessform[1]) beiderseitig mit einer 6 bis 8 *mm* dicken Zinnschicht übergiesst und hierauf ebenso verarbeitet. Das letztere Erzeugnis (in welchem der Zinngehalt 32 bis 38% des Gesamtgewichtes ausmacht) ist leicht zu erkennen, wenn man ein Blättchen einigemal nacheinander in mässig starke Salpetersäure taucht; reine Zinnblätter verwandeln sich hierdurch ganz in ein weisses Pulver (Zinnoxydhydrat), wogegen verplattete nur ihren Zinnüberzug auf diese Weise verlieren, die Bleiblätter aber unangegriffen hinterlassen.

Um farbige glänzende Zinnblätter zu bereiten, wird der Stanniol durch Abreiben mit Baumwolle und feinem Kreidepulver gereinigt, mit Hausenblasenleim oder Gelatineauflösung überzogen, mit Absud oder Aufguss von Berberisbeeren, Lakmus, Orseille, Safran u. s. w. gefärbt, nach dem Trocknen mit einem Weingeistfirnis oder Kollodium (Auflösung der Schiessbaumwolle in Äther) bestrichen.

Der Vorschlag, Zinnfolie in einer Maschine[2]) durch spiralförmiges Abschälen einer um seine Achse gedrehten Zinnwalze mittels eines Messers darzustellen, ist wahrscheinlich nie zur Ausführung gelangt.

9) Zinkblech. — Das Zink wird ausschliesslich durch Walzen in Blech verwandelt. Man schmilzt das Metall (gereinigtes Zink, S. 51) in einem gusseisernen Kessel und giesst es in Sand- oder eisernen Formen zu Platten von etwa 37 *cm* Länge, 22 *cm* Breite und 12 *mm* Dicke. Während der Bearbeitung werden die Bleche oft in einem Ofen angewärmt, bis ein darauf gespritzter Wassertropfen zischt, und soviel wie möglich stets in dieser Wärme erhalten. Es ist zu diesem Zwecke empfohlen worden, die Walzen hohl zu machen und durch hineingeleiteten Wasserdampf zu heizen; doch wird dies der Regel nach überflüssig sein, da man vielmehr Sorge zu tragen hat, dass die durch das Walzen selbst entstehende Erwärmung nicht den angezeigten vorteilhaften Grad übersteige, weil alsdann die Bleche spröde werden würden. In einigen Fabriken wärmt man die Platten in kochendem Wasser nur bis zu 100° C. Sind sie durch das Auswalzen schon etwas dünn geworden, so bedürfen sie keines Anwärmens mehr. Walzen und Bleche bestreicht man mit Öl oder Talg. Sind die Tafeln ziemlich dünn geworden, so legt man zum

---

[1]) Bulletin d'Encouragement 1859, S. 474. — Génie ind., B. 17, S. 33. — D. p. J. 1859, **154**, 378.

[2]) D. p. J. 1859, **153**, 259.

ferneren Auswalzen mehrere aufeinander. Je dünner das Blech gestreckt wird, desto grössere Festigkeit erlangt es, desto weniger leicht bricht es also beim Hin- und Herbiegen. Nach dem letzten Durchgange durch die Walzen werden die Bleche gewöhnlich bis zu etwa 150° C. erwärmt und hierauf der langsamen Abkühlung überlassen (das sogenannte Ausglühen); hierdurch vermindert sich zwar ihre Festigkeit, aber es steigt — was meist von grösserer Wichtigkeit ist — ihre Biegsamkeit.

Im Handel finden sich Zinkbleche am gewöhnlichsten in 1,2 bis 1,9 *m* Länge und 0,45 bis 1 *m* Breite, bei 0,3 bis 5 *mm* Dicke. 1 *qm* Zinkblech, 1 *mm* dick, wiegt ungefähr 7 *kg*. Zum Dachdecken wählt man Zinkblech, von dem 1 *qm* 7 bis 8 *kg* wiegt; zu Lampen, Büchsen u. a. Klempnerarbeiten solches von 3,5 bis 4,1 *kg*; zu Eimern, Giesskannen, Waschkübeln u. dgl. von 4,8 bis 6,2 *kg*; zum Schiffsbeschlag von 8,5 bis 11 *kg*; zu Pumpenstiefeln, grossen Behältern u. s. w. von 11 bis 14 *kg*. Durch seine Wohlfeilheit empfiehlt sich das Zinkblech zu noch mancherlei anderen Anwendungen. Das dünnste, welches nur $^1/_{40}$ bis $^1/_{12}$ *mm* stark ist und 0,17 bis 0,60 *kg* für 1 *qm* wiegt, muss als bemerkenswertes aber nutzloses Kunststück betrachtet werden; man hat es wohl Papierzink genannt und Tabakzink (sofern der misslungene Versuch gemacht wurde, dergleichen Zinkblätter statt Blei zum Einpacken des Schnupftabaks anzuwenden).

Zinkblech lässt sich mit Blei verplatten, indem man eine dünne Bleiplatte auf dasselbe legt und beide zusammen, in erwärmtem Zustande, ein- oder zweimal durch Walzen führt, welche so gestellt sind, dass das Zink eine geringe Streckung erleidet. Die sich berührenden Oberflächen müssen vorher mit grösster Sorgfalt gereinigt werden.

10) Silber-, Gold- und Platinblech. — Eigentliches Silber- und Goldblech wird nicht als Handelsware, sondern nur zur unmittelbaren Verarbeitung verfertigt. Man stellt es allgemein durch Walzen dar, indem man einen gegossenen Stab oder eine gegossene Platte zuerst mittels des Handhammers etwas ausbreitet und dann unter die Walzen bringt. Die Bearbeitung geschieht kalt, allein so oft das Metall hart und steif wird, muss es wieder geglüht werden. Platinblech wird nur im kleinen gemacht und ebenso behandelt. Das dünnste Silberblech ist die echte Folie (Silberfolie), welche nach dem vollständigen Auswalzen mit Kalk poliert, auch öfters auf einer Seite vergoldet wird (Goldfolie). Sehr dünne Platinfolie kann dadurch hergestellt werden, dass man Kupferblech mit Platin verplattet, es dünn auswalzt und dann durch Einlegen in Salpetersäure das Kupfer auflöst.

Silberblech lässt sich mit Gold oder Platin verplatten nach denselben Verfahren, welche für das Verplatten des Kupfers angegeben sind (S 193); nur darf dabei keine Gold- und Platinauflösung angewendet werden, weil durch deren Zersetzung unauflösliches Chlorsilber entsteht, welches beim Abspülen nicht leicht gänzlich entfernt werden kann.

Hier müssen endlich auch jene äusserst dünnen Blättchen angeführt werden, welche man durch Schlagen mit dem Hammer aus Gold und Silber (seltener aus Platin, in neuester Zeit auch aus Aluminium) verfertigt und zum Vergolden u. s. w. der Bücher-Einbände, des Holzwerkes u. s. f. anwendet (geschlagenes Gold, Blattgold, und geschlagenes Silber, Blattsilber). Das Verfahren der Goldschlägerei (welches die Bearbeitung von Gold, Silber, Platin und Aluminium zusammen be-

greift)[1]), hat das Eigentümliche, dass bei dem (ohne Anwendung von Wärme stattfindenden) Schlagen eine grosse Anzahl aufeinander liegender Blättchen durch dazwischen gelegte Blätter eines glatten und etwas harten Stoffes getrennt sind, weil sie sonst zusammenhaften und ihrer Feinheit wegen nicht unbeschädigt bleiben würden. Dieser Stoff ist Pergament, solange das Metall noch einige Dicke hat; gegen Ende gebraucht man das feine Oberhäutchen vom Blinddarme der Ochsen (Goldschlägerhaut), welches gereinigt, aufgespannt, getrocknet, mit Alaunwasser gewaschen, mit Wein, worin man Hausenblase und einige Gewürze aufgelöst hat, bestrichen und mit Eiweiss überzogen wird. Die Vereinigung einer bestimmten Anzahl lose aufeinander liegender viereckiger Blätter, zwischen welche die Gold-, Silber- oder Platin-Blättchen einzeln eingelegt werden, worauf man das Ganze in ein doppeltes Pergament-Futter schiebt, heisst eine Form, und man unterscheidet Pergament-Formen und Haut-Formen.

Das Gold wird meist rein (ohne Zusatz) angewendet, das Silber jederzeit fein. Zu blassgelbem Blattgolde (Pariser Gold, Franzgold) versetzt man Feingold mit $^1/_{16}$ Silber, oder mit $^1/_{20}$ Silber und $^1/_{80}$ Kupfer. Man giesst aus dem Golde in einem eisernen Eingusse einen Stab oder Zain von 70 bis 140 *g* Gewicht, etwa 18 *mm* breit, schmiedet ihn kalt nach Länge und Breite aus (wobei er abwechselnd ausgeglüht wird), bis er auf 2 oder 4 *mm* verdünnt ist, setzt die Verdünnung unter einem kleinen Walzwerke fort, zerschneidet dieses Blech mit einer Schere in viereckige Stücke von 25 *mm* in Quadrat (Quartiere) und beginnt hierauf das Schlagen in den Formen, wozu ein Marmor- oder Granitblock statt des Ambosses dient. Die Hämmer, deren man mehrere von verschiedenem Gewichte nach der Reihe gebraucht, sind Handhämmer mit kreisrunder, etwas gewölbter Bahn, welche 2,5 bis 8 *kg* wiegen. Die Form wird während des Schlagens fleissig gedreht und umgewendet. Man wendet gewöhnlich zwei Pergamentformen und dann zwei Hautformen, im ganzen also vier Formen nacheinander an. Das Schlagen in einer Form wird so lange fortgesetzt, bis die Goldblätter die volle Grösse der Form (10 bis 13 *cm* im Quadrat) erreicht haben. Man nimmt sie dann heraus, zerschneidet sie über Kreuz in vier gleiche Teile und legt sie in die folgende Form, mit der man das Schlagen fortsetzt. Die erste Pergamentform führt den Namen Dickquetsche, die zweite heisst Dünnquetsche, die erste Hautform Lohform, und die zweite, aus welcher das Gold fertig hervorgeht, Dünnschlagform. Eine Hautform enthält wohl bis zu 800 Blatt Goldschlägerhaut. Der Abfall während der ganzen Bearbeitung (Krätze, Schawine) beträgt an zerrissenen Blättern und an dem, was beim Beschneiden abgeht, fast die Hälfte des Goldgewichtes und wird eingeschmolzen, oder giebt, mit Honig fein zerrieben, sodann mit Wasser ausgewaschen, die Goldbronze, das sogenannte Malergold, Muschelgold.

Durch geringe Zusätze von Silber oder Kupfer erzeugt man die öfters verlangten mancherlei Abstufungen im Gelb des Blattgoldes, als: grünes oder englisches (mit Silber), citronengelbes (mit wenig Silber), blassgelbes (sehr wenig Silber), gelbes (ohne Zusatz), rotes (mit ein wenig Kupfer).

Es sind Maschinen zum Goldschlagen angegeben worden, durch welche die sehr beschwerliche Handarbeit ersetzt wird.[2]) — Ein in Paris verfertigter Ersatz für Goldschlägerhaut scheint dünnes aus zermahlenen Gedärmen, Blasen, Sehnen oder Hautabfällen bereitetes Papier zu sein.

Muschelgold verfertigt man durch Fällen einer verdünnten Auflösung von Goldchlorid mittels Antimonchlorid-Auflösung, Vermengung des feinen Gold-

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. VII, S. 170.
[2]) D. p. J. 1855, **137**, 117.

niederschlages mit Barythydrat, Zerreiben auf dem Reibsteine, Ausziehen mit verdünnter Salzsäure, Waschen mit destilliertem Wasser, worauf das Erzeugnis mit Gummiauflösung angemacht in die Muscheln gegeben wird.

Blattsilber wird wie das Blattgold bereitet, aber weniger fein geschlagen. — Zwischgold ist Blattsilber, welches auf einer Seite einen sehr dünnen Goldüberzug hat, gleichsam mit Gold verplattet ist. Man erhält es, indem man vor Beendigung des Schlagens auf jedes Silberblatt ein Goldblättchen legt, und dann die Bearbeitung wie gewöhnlich vollendet. Es ist blass von Farbe und läuft von den Ausdünstungen, welche das Silber schwärzen, leicht an, weil das Gold (welches nur den neunten bis siebenten Teil des Gesamtgewichtes beträgt) eine unvollkommene Decke bildet.

Die Blättchen des geschlagenen Goldes, wie es im Handel vorkommt, sind der Regel nach Quadrate von 50 bis 87 *mm* Seite, also von 25 bis 75 *qcm* Flächeninhalt, und werden einzeln zwischen die Blätter kleiner Büchelchen von glattem rötlichen, mit Bolus eingeriebenem Papiere gelegt. 250 (252) Blättchen heissen ein Buch, welches aus 12 Büchelchen von 21 Blatt, aus 10 Büchelchen von 25, oder aus 5 Büchelchen von 50 Blatt besteht. So viele Blättchen, als zusammen 1 *qm* Flächenraum bedecken, wiegen 2,08 bis 2,68 *g*; 1 *g* Gold ist demnach zu 0,48 bis 0,73 *qm* ausgebreitet, woraus die Dicke der Blättchen sich zu etwa $^1/_{9000}$ bis $^1/_{7000}$ *mm* ergiebt. Die stärkste Art ist das sogenannte Fabrikgold, welches zur Vergoldung des Silberdrahtes dient, Blätter von 75 bis 100 *mm* im Quadrate bildet und $^1/_{250}$ bis $^1/_{140}$ *mm* Dicke hat (Gewicht eines Blattes etwa 0,8 *g*). — In Österreich ist seit 1866 vorgeschrieben, dass dieses Fabrikgold wenigstens 0,997 fein sein und ein Blatt desselben mindestens 0,85 *g* wiegen soll. — Blattsilber ist ungefähr $^1/_{4500}$ *mm* dick.

Blattaluminium hat in der Anwendung den Vorzug vor Blattsilber, dass es von Schwefelwasserstoff nicht verändert wird (nicht braun oder schwarz anläuft), ist aber zur Zeit noch viel teurer als Silber und oxydiert sich allmählich an der Luft zu Thonerde.

Das reine Metallgewicht von 1 Buch Blattaluminium, bestehend aus 252 Blättern (12 Büchelchen zu 21 Blättern), jedes Blatt 87 *mm* lang und 83 *mm* breit, wurde = 2,04 *g* gefunden. Hieraus berechnet sich, dass 1 *g* Aluminium zu 0,892 *qm* ausgebreitet ist, und die Dicke (Einheitsgewicht = 2,6 zu Grunde gelegt) 0,000 431 oder $^1/_{2320}$ *mm* beträgt.

Das unechte Blattgold (Metallgold, Goldschaum) und das unechte Blattsilber (Metallsilber, Silberschaum) werden von den Metallschlägern[1]) im wesentlichen wie die echten geschlagenen Metalle verfertigt, sind aber weit weniger dünn: ersteres besteht aus Tombak von 9 bis 17 % Zinkgehalt und ist wenigstens $^1/_{2000}$, oft $^1/_{1450}$ bis $^1/_{1300}$ *mm* dick (1 *g* nimmt 0,15 bis 0,23 *qm* Flächenraum ein); letzteres ist Zinn mit etwa 2 bis $2^1/_2$% Zink versetzt, oder auch Neusilber, und hat etwa $^1/_{800}$ *mm* Dicke.

Das Tombak, woraus Metallgold geschlagen werden soll, wird in eisernen Formen zu Stäbchen gegossen, die man bis zur Stärke eines Kartenblattes auswalzt, dann glüht (um sie weich zu machen) und — mehrere solche Streifen aufeinander liegend — auf dem Ambosse noch dünner aushämmert. Wenn sie auf diese Weise etwa so fein wie Schreibpapier geworden sind, macht man sie durch Abreiben mit feinem Glaspulver blank, zerschneidet sie in Stückchen von 25 bis 30 *mm* im Geviert, schlägt diese in einer Pergamentform zu 50 bis 60 *mm* im Geviert aus, zerteilt sie in Viertel, und vollendet deren Bearbeitung in Hautformen. Je nachdem zur Bereitung des Metallgoldes Mischungen des Kupfers mit mehr oder weniger Zink angewendet werden, entstehen mancherlei Farbenabstufungen des Erzeugnisses. Man hat letzteres z. B. hochgelb, hellgelb, grün, d. h. messinggelb. Die einzelnen Blätter messen gewöhnlich 103 *mm* auf 87, oder 96 *mm* auf 81, sind also etwas länglich viereckig. Sie werden in Papierbüchelchen eingelegt, deren jedes — nach Verschiedenheit des Gebrauches —

---

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt, Jahrgang 1839, S. 117; 1841, S. 746; 1842, S. 203.

9 bis 21 Blätter Metallgold enthält. 12 Buch machen 1 Päckchen, 10 Päckchen 1 Pack; im Pack sind folglich 1080 bis 2520 Bätter. Das Schlagen wird teilweise durch Maschinen (kleine, mittels Daumenwelle betriebene Schwanzhämmer) verrichtet; auch eine selbstthätige Metall-Schlagmaschine ist erfunden worden, welche die Pergament- oder Hautform ohne Zuthun eines Arbeiters gehörig unter dem Hammer dreht und verschiebt.[1])

Die Abfälle von den ganz dünn geschlagenen Blättern werden mit Honig auf Marmorplatten, auch in Reibmaschinen verschiedener Bauart[2]) zerrieben, dann mit Wasser ausgewaschen, und geben so die Metallbronze, welche man oft durch Erhitzen in einer eisernen Pfanne rot, blassgelb, grün, purpur oder veilchenblau anlaufen lässt, um so verschiedenfarbige Bronze-Arten (Bronzefarben) darzustellen, welche zum Bronzieren von Eisen-, Gips-, Holzarbeiten u. s. w. und zum Bronzedruck in der Buch-, Kupfer- und Steindruckerei Anwendung finden. Durch Zerreiben von Neusilber-Abfällen wird die weisse Bronze, auf gleiche Art aus dünn geschlagenen Kupferblättchen die Kupferbronze (rote Bronze) dargestellt. — In England wird aus Messing, Tombak und verschiedenen anderen Mischungen, welche man zu höchst dünnen Blättchen geschlagen hat, das Bronzepulver dadurch bereitet, dass man dieselben auf ein feines Drahtsieb bringt, mit Olivenöl benetzt und mit einer Bürste von feinem Eisendrahte durchbürstet. Das durchgefallene Pulver kommt dann in eine Maschine, in welcher es auf einer gleich einem Mühlsteine gefurchten Stahlfläche von einer Anzahl rundspitziger, rechtwinklig darauf stehender und bewegter Stahlnadeln ferner fein gerieben wird. Schliesslich presst man das Öl unter einer hydraulischen Presse so viel wie möglich heraus, trocknet und pulvert die gepressten Kuchen. Die chemische Analyse hat als Bestandteile solcher Bronzefarben immer Fettsubstanz, Sauerstoff und Kupfer oder eine Legierung von Kupfer und Zink ergeben.[3]) Das Metall ist

für helle Färbungen	Kupfer	83
	Zink	17
für rote Färbungen	Kupfer	94—90
	Zink	6—10
für kupferrote Färbungen	Kupfer	100.

3. Schmieden und Walzen weniger einfacher Formen.

Es sind hauptsächlich Schmiedeisen und Stahl, aus welchen durch Schmieden (und in manchen Fällen durch Walzen) die mannigfaltigsten Gegenstände in ihrer ersten rohen Gestalt dargestellt werden; denn bei den übrigen Metallen ist teils eine solche Bearbeitung (wenn sie überhaupt, der Natur des Metalles nach, stattfinden kann) selten nötig, teils wird sie weit vorteilhafter durch das Giessen ersetzt. Wenn daher bei der folgenden Auseinandersetzung zunächst nur auf Eisen und Stahl Rücksicht genommen ist, so genügt, in betreff der übrigen Metalle, die Bemerkung, dass diese (das Schweissen abgerechnet) auf die nämliche Weise behandelt werden.

---

[1]) Kunst- und Gewerbe-Blatt, Jahrgang 1841, S. 643.
[2]) Kunst- und Gewerbe-Blatt, Jahrgang 1841, S. 754; 1842, S. 205; 1851, S. 610; 1853, S. 275; 1855, S. 715.
[3]) Deutsche Ind.-Ztg. 1867, S. 452.

A. Schmieden.[1])

Von welcher ausgedehnten Wichtigkeit das Schmieden für die Verarbeitung des Eisens und Stahles ist, bedarf keiner Erörterung und wird sehr leicht erklärbar, wenn man sich erinnert, wie allgemein diese Stoffe verarbeitet werden und dass das Giessen beim Schmiedeisen (wegen seiner Unschmelzbarkeit) unanwendbar, beim Stahle aber im allgemeinen mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist, übrigens aber selbst gegossener Stahl erst durch nachfolgendes Schmieden seine grösste Festigkeit erlangt.

Die Hauptwerkzeuge beim Schmieden sind Hammer und Amboss. Die Hämmer sind entweder Maschinenhämmer oder Handhämmer.

Die Handhämmer, wie sie in allen Schmiedewerkstätten angetroffen werden, sind sehr einfache; ein Ende des Kopfes bildet eine quadratische, sehr wenig gewölbte Fläche (die Bahn), das andere Ende eine breite, abgerundete Kante (die Finne, I, 302), welche entweder dem Stiele gleichgerichtet ist oder gegen denselben rechtwinklig steht. Hämmer, bei welchen die Finne dem Stiele gleichgerichtet ist, unterscheidet man durch den Namen Kreuzschlag. Der Körper des Hammers ist von geschmiedetem Eisen; Finne und Bahn bestehen aus vorgeschweisstem, gehärteten und gelb angelassenen Stahle. Der Stiel ist von sehr zähem Holze, am besten von jenem des Weissdornes oder des Hickory. Der Grösse nach unterscheidet man Schmiedehämmer oder Handhämmer (1 bis 2,5 *kg* schwer), welche mit einer Hand bewegt werden, und Zuschlaghämmer oder Vorschlaghämmer (3 bis 9 *kg*, selten bis 12 *kg* schwer), zu deren Führung beide Hände erforderlich sind.

Die Unterlage für das zu schmiedende Eisen, der Amboss, Schmiede-Amboss, ist aus Eisen geschmiedet und auf seiner oberen Fläche (der Bahn, Ambossbahn) ziemlich dick mit aufgeschweisstem, gehärteten und gelb angelassenen Stahle belegt und glatt abgeschliffen. Selten hat man gusseiserne Ambosse, weil diese wegen ihrer Sprödigkeit nicht die gehörige Dauerhaftigkeit haben. Die Gestalt des Ambosses[2]) bietet einen breiten, auf der Grundfläche ebenen oder etwas ausgehöhlten Fuss dar, welcher entweder ohne weitere Befestigung in einer, einige *cm* tiefen Versenkung des Ambossstockes ruht oder auf dem letzteren dadurch feststehend erhalten wird, dass ein kurzer eiserner Zapfen des Ambossstockes in ein Loch mitten auf der Fussfläche des Ambosses eingreift. Der Ambossstock ist ein 0,6 bis 1 *m* starker, 1,5 bis 2 *m* langer, mit eisernen Reifen umgebener Klotz von Eichenholz, welcher zum Teil in die Erde eingegraben wird, so dass er nur etwa 45 *cm* hoch hervorragt. Der Teil der oberen Ambossfläche, welcher sich mitten über dem Fusse befindet, ist die länglich viereckige ebene Bahn, und wird zum Ausstrecken des Eisens gebraucht. Von den schmalen Seiten gehen gewöhnlich, einander gegenüber stehend, in wagerechter Richtung zwei Verlängerungen aus, von welchen die eine (das Horn) rund und kegelförmig verjüngt, die andere flach, manchmal schmäler als die Bahn, und mit einem senkrechten viereckigen Loche versehen ist. Das Horn dient dazu, das Eisen darauf rund zu biegen; in das Loch der anderen Fortsetzung werden gewisse, beim Schmieden nötige Hilfswerkzeuge eingesteckt, von welchen noch die Rede sein wird.

Die mit einem Horne versehenen Ambosse nennt man Horn-Ambosse. Die angemessene Grösse des Ambosses ist ein wichtiger Umstand; denn nicht nur muss derselbe für grössere Arbeitstücke eine geräumigere Bahn darbieten, sondern er soll auch ein genügendes Gewicht haben, um unter den Hammer-

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1843, Bd. 13, S. 1 m. Abb.
Wiebe, Handbuch der Maschinenk., Bd. 1 (Stuttg. 1858), S. 342 m. Abb.
Holtzapffel, Turning u. s. w., Bd. I, S. 195 m. Abb.
D. p. J. 1850, **118**, 283 m. Abb.

[2]) Technolog. Encyklopädie 1830, Bd. I, S. 258 m. Abb.

schlägen fest zu stehen und durch seine eigene Unerschütterlichkeit ein gewisses Zurückprallen der Hämmer zu bewirken, welches die Anstrengung der Schmiede erleichtert. Für Nagelschmiede reicht ein Amboss von 25 bis 35 *kg* gewöhnlich hin; in Schlosserwerkstätten bedarf man solcher von 100 bis 125 *kg* und darüber; die Grobschmiede gebrauchen Ambosse von 200 bis 300 *kg*. — Die gewöhnliche Anordnung des Ambossstockes erfordert ein grosses, teures — oft selbst schwer zu erlangendes — Stück Eichenholz. Statt dessen verwendet man eine Art Tonne (ohne Böden) aus dicken Stäben von Fichtenholz hergestellt, ausserhalb der Erde mit eisernen Reifen gebunden, mit Flusssand bis auf 15 *cm* vom Rande voll gestampft; auf der Sandoberfläche liegt eine dicke runde Holzscheibe, in welche der Fuss des Ambosses ein wenig eingelassen wird.[1]) — Um die Erschütterungen des Gebäudes beim Schmieden zu vermindern, hat man empfohlen, den (gewöhnlichen oder nach vorstehender Art gebauten) Ambossstock auf zwei lange, hohl liegende, am besten bis in die Umfassungsmauern der Schmiede reichende Balken zu stellen; diese Einrichtung scheint besonders da zweckmässig, wo etwa kleine Schmieden in oberen Stockwerken der Häuser betrieben werden.

Zweckmässiger dürfte noch sein, den Amboss auf stählerne Federn zu stützen, weil diese bei gleicher Federkraft in einem kleineren Raum zusammengedrängt werden können als die hölzernen.

Neben dem grossen Schmiede-Ambosse findet man in den Werkstätten gewöhnlich noch einen kleineren, etwas höher stehenden (das Sperrhorn), der an beiden Enden seiner kleinen viereckigen flachen Bahn ein Horn (das eine kegelförmig wie am Hornambosse, jedoch schlanker, das andere vierseitig pyramidenförmig) enthält und (weil er durch sein Gewicht allein nicht sicher stehen würde) mit einer nach unten gehenden, spitzigen Verlängerung (Angel) in seinem hölzernen Stocke fest eingesteckt ist. Man gebraucht denselben, um kleine Arbeitstücke (zum Teile auch kalt) darauf zu richten, nachzuhämmern und zu biegen.

Die Maschinenhämmer sind Helmhämmer oder Gleishämmer (I, 553). Erstere besitzen, wie die Handhämmer, einen Helm oder Stiel, an welchem in Lagern sich drehende Zapfen angebracht sind, welche die Führung des Hammers in bestimmter Bahn bewirken. Sie kommen hauptsächlich als Ersatz der Zuschlaghämmer in Verwendung, indem man sie mittels des Fusses hebt,[2]) oder durch Dampf bewegt und nicht selten ihre Lagerung so drehbar anordnet, dass die Schläge in verschiedenen Richtungen ausgeübt werden können.[3])

Viel verbreiteter sind die Gleishämmer, d. h. solche, bei welchen der Hammer in (mit seltenen Ausnahmen) senkrechten Gleisen geführt wird. Die durch ihre lebendige Kraft wirksame Masse ist, um den Hammer für verschiedene Zwecke benutzen, bezw. seine Bahn ändern zu können, mit letzterer nicht fest verbunden, der eigentliche, die Bahn enthaltende Hammer vielmehr auf irgend eine zweckmässige, leicht lösbare Weise dem Teil angefügt, welcher hauptsächlich das Gewicht enthält, so dass man sie auswechseln kann. Das gesamte Gewicht der bewegten und beim Aufstossen der Hammerbahn wirksam werdenden Teile nennt man das Bärgewicht. Je nach Umständen wird dasselbe nur gehoben und dann frei fallen gelassen (I, 553; vergl. auch w. o. S. 176), oder durch einen, rechtzeitig von oben einwirkenden Druck der Fall beschleunigt (I, 554; vergl. auch w. o. S. 178), so dass die Zeit für ein Spiel des Hammers verkürzt wird.

Die Hubhöhe der durch ein biegsames Band (Fallwerke) oder eine steife Stange (Reibungshämmer) gehobenen Bären ist nicht wohl in einer

---

[1]) D. p. J. 1838, **68**, 259.

[2]) Holtzapffel, Turning u. s. w., Bd. 2, S. 962 m. Abb.
Prakt. Maschinen-Constr. 1887, S. 222 m. Abb.

[3]) Z. d. V. d. I. 1866, S. 521 m. Abb.
D. p. J. 1872, **206**, 251 m. Abb.; 1873, **210**, 6 m. Abb.

Regel auszudrücken; sie schwankt sehr bedeutend nach den jeweiligen Anforderungen. Das Bärgewicht dürfte nur in seltenen Fällen 150 *kg* überschreiten. Die (grösste) Hubhöhe der meisten Dampfhämmer entspricht im wesentlichen der Gleichung

$$h = 10 \sqrt[3]{G}$$

wenn h diese Hubhöhe in *cm*, G das Bärgewicht in *kg* ausdrückt.

Über die zweckmässige Grösse des Bärgewichtes sind für einige, bestimmten Zwecken dienende Hämmer beiläufige Angaben gemacht (S. 176). Für die Zwecke des Schmiedens ist z. Z. wohl nur möglich, nach mehr oder weniger unsicheren Anhalten die Wahl zu treffen. Man hat sich selten die Mühe gegeben, die Wirkung eines Hammers, die Art und Grösse der Hammerbahn, das Bärgewicht, die Geschwindigkeit des Hammers beim Auftreffen desselben und die Natur bezw. Temperatur des Werkstückes so einander gegenüber zu stellen, dass die Gesetzmässigkeit der gegenseitigen Beziehungen daraus abgeleitet werden könnte. Von den mir bekannt gewordenen Versuchen sind meiner Ansicht nach die brauchbarsten diejenigen, welche Clarinval veröffentlicht hat[1]), wenn ich auch zugestehe, dass dieselben keineswegs geeignet sind, das Bedürfnis zu befriedigen. Bezeichnet man die Fallhöhe eines frei fallenden Hammers mit h in *cm*, sein Gewicht des Bärs G in *kg*, die Fläche, längs welcher die ebene Hammerbahn mit dem Werkstück in Berührung tritt, mit F in *mm*, die Einsenkung, welche ein Schlag erzeugt, mit e in *mm*, und ist α eine Wertziffer, so gilt die Gleichung:

$$h \,.\, G = \alpha \,.\, F \,.\, e$$

welche ausdrückt, dass der vom getroffenen Werkstück geleistete Widerstand im graden Verhältnis zur Fläche F steht, und die aufzuwendende Arbeit im geraden Verhältnis zur Eisenkung e. „Hartes Eisen, dessen Temperatur gleich war derjenigen, welche beim Schmieden gebräuchlich ist“ erfuhr bei den 10 (langsam erteilten) Schlägen eines 106 *kg* schweren Bärs, welcher 20 *cm* hoch herabfiel, bei 70 *mm* × 40 *mm* Hammerbahngrösse 4,5 *mm* Einsenkung, so dass also:

$$10 \,.\, 20 \,.\, 106 = \alpha \,.\, 2800 \,.\, 4{,}5$$

oder

$$\alpha = 1{,}7$$

betrug.

20 Schläge ergaben aber nur 5,5 *mm* Einsenkung, sonach

$$20 \,.\, 20 \,.\, 106 = \alpha \,.\, 2800 \,.\, 5{,}5$$
$$\alpha = 2{,}7$$

und 30 Schläge 6,5 *mm* Einsenkung, also:

$$30 \,.\, 20 \,.\, 106 = \alpha \,.\, 2800 \,.\, 6{,}5$$
$$\alpha = 3{,}5$$

Das Eisen verlor bei der Arbeit an Wärme, sodass die Zunahme der Wertziffer sich wohl erklären lässt; es ergiebt sich hieraus aber zu gleicher Zeit die Schwierigkeit wirklich tadelloser Versuche.

Das gesamte Ambossgewicht (Ober- und Unteramboss zusammengenommen) soll betragen:

für Hämmer zum Eisenschmieden: 0,06 $h \,.\, G$; mindestens aber 8 . G;
für Hämmer zum Stahlschmieden: 0,1 $h \,.\, G$; mindestens aber 12 G;
für Hämmer mit frischem Oberdampf das 1,3fache der vorigen Werte.

Es ist hier wieder h in *cm*, G in *kg* zu rechnen. Der Unteramboss ruht auf einem elastischen Ambossstock, welcher meistens aus Holzstämmen zusammengesetzt, aber auch aus Mörtel (Cement und Sand bezw. Kies, dem nicht selten grössere Mengen Hammerschlag, Zunder, d. h. das von den Schmiede-

---

[1]) Annales des Mines 1860, Bd. 17, 1. Lieferung, nach Civilingenieur 1861, S. 87.

stücken abfallende Eisenoxydoxydul, auch wohl Eisenfeil- bezw. Drehspäne beigemischt sind) aufgestampft ist.

Den Gleishämmern sind die Schmiedemaschinen nahe verwandt.

Diejenigen Schmiedemaschinen, deren wirkende, allgemein als Gesenke aufzufassende Teile durch Kurbel, Daumen bezw. Kniehebel bewegt werden,[1]) sind insofern in ihrer Anwendung beschränkt, als der Weg der Werkzeuge ein fest bestimmter ist. Sie sind deshalb im allgemeinen nur für solche Werkstücke zu verwenden, deren Abmessungen durch vorherige Bearbeitung ziemlich genaue geworden sind. Sie dienen deshalb vorwiegend zur Fertigstellung einiger Sonderheiten geschmiedeter Waren, für welche sie sich eignen, weil die Stösse der Gesenke sehr rasch aufeinander folgen können. Es wird sich später Gelegenheit bieten, einige solcher Maschinen zu erwähnen.

Die durch Wasserdruck betriebenen Schmiedemaschinen, die auch Schmiedepressen (S. 176) genannt werden, vermögen nur mit geringer Geschwindigkeit zu arbeiten, haben aber den grossen Vorzug vor jenen, dass nicht der Werkzeugweg, sondern der Werkzeugdruck bestimmt, bezw. regelbar ist. Sie eignen sich infolgedessen — da Brüche der Maschine fast ausgeschlossen sind —, namentlich für die Bearbeitung grosser Schmiedestücke im Gesenk, oder zwischen, den Hammer- bezw. Ambossbahnen ähnlichen Flächen, finden aber auch vielfache Anwendung für leichtere Schmiedearbeiten. Zu dem bereits angegebenen Vorzug gesellt sich noch der, besonders hervorzuhebende, dass die Dauer des ausgeübten Druckes nicht auf Bruchteile einer Sekunde, wie bei den Kurbelschmiedemaschinen, oder noch geringer, wie bei den Hämmern (I, 552) bemessen ist, sondern beliebig lange ausgedehnt werden kann. Hierdurch wird den Teilchen des Werkstückes für ihr Fliessen von einem Ort zum anderen die nötige Zeit (I, 102) gewährt. Das ist nicht allein von Bedeutung für die Bearbeitung irgend welcher Metalle in Gesenken, sondern auch für das Schweissen des Eisens.

Die angemessenste Hitze zum Schmieden des Eisens ist eine lebhafte Rotglühhitze, in einigen Fällen auch schwache Weissglühhitze; nur zum Schweissen ist im allgemeinen (I, 450) ziemlich starke Weissglühhitze (Schweisshitze, Schweisswärme) erforderlich, bei welcher das Eisen schon anfängt, unter Funkensprühen zu verbrennen. Den Stahl erhitzt man weniger als das Eisen, weil er durch starke Hitze an Güte verliert. Das Hämmern wird nötigenfalls fortgesetzt, bis das Eisen nur noch dunkelrot glüht, worauf es von neuem in das Feuer kommen muss, sofern die Bearbeitung noch nicht vollendet ist. Gegenstände, denen man einen besonderen Grad von Härte, Steifheit und Elasticität verleihen will, hämmert man nach ihrer Vollendung noch so lange mit leichten Schlägen, bis sie gar nicht mehr glühen; ja man wendet in solchen Fällen öfters das Nassschmieden (mit einem in Wasser getauchten Hammer auf dem ebenfalls nass gemachten Amboss) an, welches zugleich den Vorteil gewährt, dass der Glühspan vollkommener abspringt und die geschmiedeten Flächen sehr glatt werden. So erhalten die Spiralfedern der gewöhnlichen Glockenzüge, die nur aus Eisen gemacht sind, ihre Elasticität durch nasses Schmieden. Auch minderwertige Stahlsachen, welche nur einer mässigen Härte bedürfen, schmiedet man nass und wendet dann keine weitere Härtung an.

Als Rohstoff für die Schmiedewerkstätten dient das im Handel vorkommende geschmiedete oder gewalzte Stabeisen, welches man jedesmal

[1]) D. p. J. 1842, **84**, 95; 1852, **123**, 342; 1853, **129**, 426; 1855, **135**, 171; 1856, **139**, 100.

in solcher Stärke anwendet, dass es nicht zu viele Bearbeitung erfordert, um den Gegenstand von verlangter Gestalt zu liefern. Sehr grosse Arbeitstücke, zu welchen man das Eisen nicht von hinreichender Dicke bekommen kann, schweisst man aus zwei oder mehreren Stäben zusammen. Zuweilen schmiedet man grosse Stücke auf den Eisenhämmern unmittelbar aus den Frischluppen (was nicht zu empfehlen ist, weil das Luppeneisen meistens der erforderlichen Reinheit entbehrt), oder aus mehr oder weniger grossen Schweisspacken. Zu letzteren benutzt man Stäbe oder aus altem Eisen erzeugte Schweissplatten (S. 177) von entsprechender Reinheit.

Von der bisweilen ans Ungeheure steigenden Grösse geschmiedeter Eisenstücke mögen einige Beispiele angeführt werden. Eine vierkantige Welle für ein Eisenwerk in Wales wurde aus 16 zusammengelegten Quadratstäben gebildet, welche zusammen ungefähr 65 *cm* im Quadrat bei 1,8 *m* Länge massen, in einem mächtigen Flammofen geglüht und unter einem 5000 *kg* schweren Hammer geschweisst. Die Ruderrad-Welle des Dampfschiffs Great Western besteht wie gewöhnlich aus drei Teilen, von welchen der mittlere 3,6 *m*, jeder der beiden Seitenteile 6,6 *m* lang ist; die Dicke beträgt in der Mitte 45 *cm* und vermindert sich gegen die Enden hin bis auf 30 *cm*. Das Gesamtgewicht der drei Stücke beträgt nahe an 20 000 *kg*. In London waren 1862 unter andern ausgestellt: die eiserne Krummzapfenwelle zu einem Schiffe mit 1350 pferdiger Dampfmaschine, als noch unbearbeitetes geschmiedetes Stück 25 000 *kg* wiegend; eine ähnliche gussstählerne Welle von 15 500 *kg*, aus einem ungefähr 25 000 *kg* wiegenden Rohgusse geschmiedet; eine Gussstahlkanone mit 228 *mm* weiter Bohrung, fertig 8 000 *kg* schwer, gleichfalls aus einem Gussstück von nahe 25 000 *kg* geschmiedet. Auf der Pariser Ausstellung im Jahre 1867 fand sich eine geschmiedete Schiffsmaschinenkurbelaxe von 30 000 *kg* Gewicht.

Das Erhitzen des Eisens findet gewöhnlich statt im Schmiedefeuer (I, 184), welches auch Esse oder Schmiedeesse genannt wird. Grössere Gegenstände erhitzt man jedoch im Flammofen (I, 167) und zwar in dessen beiden, Glüh-, bezw. Schweissofen genannten Abarten. Aber auch kleinere, in grösserer Zahl vorkommende Stücke werden in Öfen erhitzt (vergl. I, 190). In besonderen Fällen benutzt man den Muffelofen (I, 196) das Bleibad (I, 200) und die geblasene Flamme (I, 164).

Der Kohlenverbrauch des Schmiedefeuers zum Verschmieden eines bestimmten Eisengewichtes ist — alles übrige gleich gesetzt — desto bedeutender, in je kleinere Stücke die Eisenmasse verteilt ist, je öfter das Eisen bis zur Vollendung in das Feuer kommen muss (je mehr Hitzen nötig werden), je öftere Schweissungen vorfallen (weil diese ein stärkeres Glühen verlangen, als das blosse Schmieden), und je mehr die Grösse der Winddüse das unumgänglich nötige Mass überschreitet (folglich durch zu grossen Luftzufluss unnötig Kohlen verbrannt werden). Kleine Gegenstände werden meist in einer Hitze fertig geschmiedet, grössere erfordern zwei oder mehrere, oft sehr viele Hitzen. Sind viele gleiche (besonders kleinere) Stücke zu verfertigen, welche mehr als eine Hitze erfordern, so schmiedet man sie gewöhnlich alle nach der Reihe aus der ersten Hitze, dann alle aus der zweiten u. s. f. Bei diesem Verfahren gewinnt man, aus einem leicht begreiflichen Grunde, sehr an Zeit.

Man kann der Erfahrung zufolge annehmen, dass beim Schmieden kleiner Gegenstände, die in einer Hitze fertig werden, 100 *kg* Eisen meist etwa 70 bis 90 *kg* gute Steinkohle, oder 60 bis 70 *kg* Holzkohle erfordern; in anderen Fällen kann dieser Aufwand auf 150 bis 200 *kg* Steinkohle für 100 *kg* Eisen steigen, oder auf etwa 30 *kg* sich vermindern. Der Abbrand (Eisenverlust durch den

sich erzeugenden und beim Schmieden abspringenden Glühspan) beträgt in gewöhnlichen Fällen 6 bis 10%, steigt aber höher (zuweilen über 20%), wenn mehrere Hitzen nötig sind und viele Schweissungen vorkommen.

Die verschiedenen Kohlengattungen sind von sehr ungleichem Werte für den Gebrauch bei Schmiedefeuern. Holzkohle giebt rasche Hitzen und hinterlässt wenig Asche, welche das Eisen nicht verunreinigt, ist aber teuer und deshalb grösstenteils durch Steinkohle verdrängt, vor welcher sie jedoch zur Bearbeitung des Stahles einen entschiedenen Vorzug behauptet. Oft gebraucht man Holzkohle mit Steinkohle gemeinsam, wobei die erstere ins Innere des bereits brennenden Steinkohlenhaufens gebracht wird. Von den verschiedenen Arten der Steinkohlen eignet sich zum Schmiedefeuer vorzugsweise die Backkohle, welche sich leicht entzündet und im Brennen so erweicht, dass sie zusammenbackt; man wendet sie in klein zerbröckeltem Zustande (Grus, Schmiedegrus) an. Das Steinkohlenfeuer giebt eine stärkere, aber auf kleineren Raum beschränkte Hitze als Holzkohlenfeuer, mit welchem letzteren dagegen leichter eine mildere Hitze in grösserer Ausdehnung gleichmässig erzielt werden kann. Koke, sowohl für sich allein als in Vermengung mit Steinkohle, zeichnet sich noch mehr durch die Fähigkeit aus, in kleinem Raume eine schnelle und starke Hitze hervorzubringen. Braunkohle, Torfkohle und roher Torf sind als Brennstoff für die Schmiedeesse nur unvollkommene Ersatzmittel der vorgenannten, erzeugen langsame Hitzen und sind wenig ausgiebig; am ersten können sie noch in Vermengung mit Steinkohlen oder Koke Anwendung finden. In Ansehung der Wirkung können 100 *kg* gute Steinkohle gleichgesetzt werden mit 80 bis 92 *kg* Holzkohle, oder 50 bis 65 *kg* Koke, oder 150 bis 350 *kg* Torfkohle. Bei stetigem Betriebe verzehrt ein gewöhnliches kleines Schmiedefeuer in der Stunde 2,5 bis 5 *kg* Steinkohlen, ein Nagelschmiedfeuer nur 1,2 bis 1,5 *kg*, ein Grobschmiedfeuer dagegen bis 10 *kg*. — Das Löschen (Begiessen oder starke Beträufeln mit Wasser) ist nur bei Steinkohlen-Feuern anwendbar, welche eine zusammengebackene Kruste haben; Holzkohlen würden das Wasser durch ihre offenen Zwischenräume ins Innere des Feuers lassen, und dürfen daher bloss leicht besprengt werden, um auf der Oberfläche des Haufens nicht nutzlos wegzubrennen. Die Steinkohlen schon vor dem Aufgeben stark zu durchnässen, ist zwar ein sehr allgemeiner Gebrauch, aber aus naheliegenden Gründen bestimmt nachteilig, indem dadurch der Kohlenaufwand und der Eisen-Abbrand vermehrt wird.

Ein wichtiger Punkt für die sparsame Führung eines Schmiedefeuers ist die Grösse der Öffnung in der Winddüse, von welcher wesentlich die Menge der zugeführten Luft, also der verbrannten Kohlen abhängt. Gewöhnlich hat die (kreisrunde) Düsenöffnung für ganz kleine (Nagelschmied-) Feuer 12 *mm*, für mittlere 18 bis 20 *mm*, für Grobschmiedfeuer 25 bis 30 *mm* Durchmesser. Die gusseisernen Düsen nutzen sich durch Oxydation im Feuer allmählich ab, müssen daher von Zeit zu Zeit weiter nach der Feuergrube vorgeschoben und zuletzt erneuert werden; kupferne Formen halten sich länger, sind aber teuerer. Um der Zerstörung der Düse entgegen zu treten, macht man wohl deren Wandungen hohl, und lässt durch die Höhlungen Wasser fliessen.

Das Eisen kann nur dann mit freier Hand beim Schmieden geführt werden, wenn es die Gestalt eines hinreichend langen Stabes hat, der nur an einem Ende Glühhitze erfordert. Man schmiedet das glühende Ende zur gehörigen Gestalt aus und haut das fertige Stück ab, worauf mit dem Reste des Stabes die Arbeit wiederholt wird, u. s. w. Wird er endlich zu kurz, so schweisst man einen neuen Stab daran. In allen jenen Fällen aber, wo der zu bearbeitende Gegenstand kurz ist, oder ganz glühend gemacht werden muss, ist ein Hilfsmittel nötig, um ihn auf dem Ambosse halten und wenden, ins Feuer legen und wieder herausnehmen zu können. Hat das Stück ein Loch, so steckt man oft ein Eisenstäbchen durch dasselbe, biegt dieses um und bildet so gleichsam

eine Art Stiel; bei anderen kurzen Gegenständen schweisst man wohl auch ein Eisenstäbchen (einen Schweif) an, welches nach Vollendung der Arbeit wieder abgehauen wird. Meistenteils aber gebraucht man Schmiedezangen von verschiedener Gestalt und Grösse (I, 566).

Sie sind von geschmiedetem Eisen, mit langen Griffen versehen, und werden durch einen Ring oder eine Klammer, welche man über die Griffe schiebt, fest geschlossen. Das Maul der Zange (die zwei Teile, welche das Eisen fassen) ist entweder gerade oder gekrümmt, oder rechtwinklig aufgebogen. Sachen, welche für das Tragen durch Menschenhand zu schwer sind, werden ins Feuer und aus dem Feuer mittels eines Krahnes befördert, an dessen Kette eine nach den Umständen verschieden geformte Zange oder ein Handhebel hängt.[1]

Kleine Arbeiten können von einem einzigen Arbeiter geschmiedet werden, der mit der linken Hand das Eisen lenkt, in der Rechten aber den Schmiedehammer führt. Bei grösseren Gegenständen sind ausser dem Schmiede oder Meister auch noch Gehilfen, Zuschläger (einer, zwei, drei oder vier) notwendig, welche ihre schweren Zuschlaghämmer mit beiden Händen schwingen, während jener das Eisen so wendet, schiebt und dreht, dass die Schläge auf die gehörige Stelle fallen, auch wo es nötig ist, durch seinen kleinen Hammer angiebt, wohin geschlagen werden soll, und nachhilft, überhaupt die ganze Arbeit leitet. Auch kleinere Sachen werden oft, zu Beschleunigung der Arbeit und besserer Benutzung der Hitze, von zwei Personen geschmiedet. Dass das Schmieden, sofern Zuschläger mitwirken, mit taktmässiger Aufeinanderfolge der Schläge geschehe, ist unerlässlich, wenn nicht die verschiedenen Arbeiter mit ihren Hämmern einander hinderlich sein sollen.

Um durch Schmieden die mannigfaltigen Gegenstände hervorzubringen, welche auf solche Weise erzeugt werden, sind ausser Hammer und Amboss noch mehrere Hilfswerkzeuge, auch besondere Verfahrungsarten notwendig. Überhaupt lassen sich die wesentlichen beim Schmieden vorfallenden Arbeiten aus folgendem erkennen:

1) Das Ausstrecken (I, 302). Alles beruht hierbei auf einem Dehnen oder Austreiben des Eisens; und um die gewünschte Gestalt des Arbeitstückes hervorzubringen, muss der Schmied im stande sein, mit schnellem Überblick die Hammerschläge gerade auf den rechten Ort, in der gehörigen Stärke und Anzahl, zu lenken. Hierbei kommt insbesondere die Eigenart der Hammerfinne zur Geltung, indem sie (fast) nur winkelrecht zu ihrer Länge streckt. Zuweilen muss in gleichem Sinne die dann entsprechend gestaltete Ambossbahn mitwirken. Die Hammerbahn streckt in weit geringerem Grade und zwar nach allen Richtungen etwa gleich; sie dient ausserdem zum Glätten.

2) Das Stauchen (I, 304). Man versteht unter diesem Ausdrucke eine Behandlung des Eisens, wodurch dasselbe in der Richtung seiner Länge zusammengedrückt wird, damit es entsprechend an Dicke zunehme. Man denke sich z. B. einen überall gleich dicken Eisenstab, den man in einem Teile seiner Länge glühend gemacht hat; werden beide Enden ge-

---

[1] Z. d. V. d. I. 1865, S. 29 m. Abb.
D. p. J. 1865, **176**, 103 m. Abb.

waltsam näher gegeneinander geschoben, so muss der Stab nicht nur kürzer werden, sondern zugleich an der durch das Glühen erweichten Stelle aufschwellen, d. h. eine grössere Dicke annehmen. Dieses Mittel wird benutzt, sowohl um Verdickungen in der Mitte oder Ausbreitungen an den Enden eines Eisenstückes hervorzubringen, als auch um Teile, welche etwa aus Versehen zu dünn geschmiedet wurden, zu verbessern.

Kurze Stücke werden gestaucht, indem man sie aufrecht auf den Amboss stellt und auf das obere Ende in senkrechter Richtung mit dem Hammer schlägt. Längere Gegenstände stösst man mit einem Ende wagerecht gegen eine Seite des Ambosses, während das andere Ende mit der Hand oder in der Zange festgehalten wird; oder man legt sie über den Amboss und schlägt wagerecht mit dem Hammer gegen das Ende. Sehr lange und schwere Stücke endlich werden in senkrechter Stellung aufgehoben und kraftvoll gegen einen in der Erde eingegrabenen grossen Stein oder dergl. niedergestossen.

In allen Fällen muss der gestauchte Teil nachher noch überschmiedet werden, teils um die Gestalt desselben gehörig auszubilden und das beim Stauchen gewöhnlich krumm gewordene Eisen wieder zu richten, teils um etwaige unganze Stellen, die sich durch das Stauchen geöffnet haben können, zu verbessern. Ist das Eisen schlecht, oder staucht man zu sehr, so entstehen leicht Kantenrisse oder bald oberflächliche, bald innerliche Trennungen des Gefüges.

Ein eigenartiges Verfahren des Stauchens — ohne Anwendung von Hammerschlägen — ist bei ringförmigen Arbeitstücken, z. B. Spurkranzreifen, anwendbar, um den lichten Durchmesser derselben zu verkleinern. Man macht den Reifen in einem Glühofen rotwarm, taucht ihn schnell zur Hälfte (der Breite) in kaltes Wasser, bis er erkaltet ist; nach nochmaligem Glühen wird die früher aussengebliebene Hälfte in das Wasser gebracht. Bei der ersten raschen Abkühlung muss der rotwarme, nicht eingetauchte Teil des Ringes der Zusammenziehung des erkalteten folgen und erfährt daher eine gleichmässige Stauchung, welche eine bleibende Verringerung des Durchmessers zur Folge hat. Dasselbe geschieht dann bei der zweiten Eintauchung für die andere Hälfte des Ringes.

Für manche Fälle finden Stauchmaschinen nützliche Verwendung, z. B. für das Stauchen der Reifen, welche um hölzerne Wagenräder gelegt werden. Die Stauchmaschine besteht aus zwei, besonders kräftigen Zangen (selbstspannende, I, 568), die, mittels Zahnstange, Schraube oder Kniehebel gehörig kräftig einander genähert werden können.[1]) Man legt das zu stauchende Stück so in die Zangen, dass der zu stauchende Teil zwischen den letzteren sich befindet.

3) Das Ansetzen. Wenn ein Teil eines Arbeitstückes vor der Fläche eines benachbarten Teiles vorspringen oder einen Ansatz bilden soll, so kann dies auf mancherlei Weise erreicht werden. Legt man z. B. ein flaches und etwas dickes Eisenstück so auf den Amboss, dass ein Teil desselben über die Kante der Bahn hinausragt, und bearbeitet es dann oben (soweit der Amboss es unterstützt) mit dem Hammer, so bleibt das frei liegende Ende dicker. Bei kleinen Gegenständen erreicht man auf gleiche Weise denselben Zweck durch Anwendung eines eisernen, verstählten Stöckchens von rechteckiger Gestalt, welches mittels eines unten daran befindlichen Zapfens in das Loch des Ambosses gesteckt wird. Als ein sehr gewöhnliches Werkzeug zum Ansetzen dient der Setzhammer,

---

[1]) D. p. J. 1878, **230**, 399 m. Abb., 455 m. Abb.; 1880, **235**, 422 m. Abb.; 1883, **248**, 405 m. Abb., **249**, 140 m. Abb.; 1884, **251**, 285 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 810 m. Abb.

Setzstempel[1]), welcher an Gestalt einem gewöhnlichen Hammer ähnlich ist, an einem hölzernen Stiele gehalten und auf das Eisen gestellt wird, wonach man auf das obere Ende des Kopfes Schläge mit dem Schmiedehammer oder Zuschlaghammer führt. Das mit dem Eisen in Berührung kommende Ende ist entweder flach und rechtwinklig gegen die Seiten gestellt (gerader Setzhammer), oder flach und schräg (schräger Setzhammer, Ballhammer), oder von der Gestalt, wie die Finne der Schmiedehämmer (runder Setzhammer, halbrunder Setzstempel, Kehlhammer).

Der gerade Setzhammer erzeugt einen rechtwinkligen Ansatz dort, wo er auf das Eisen gestellt wurde. Lässt man das Eisen über den Amboss hinausragen und stellt den Setzhammer so darauf, dass sein Rand mit dem Rande des Ambosses einerlei Lage hat, so wird das Eisen zwischen Amboss und Setzhammer gequetscht, verdünnt und der hinausragende Teil, welcher seine ursprüngliche Dicke behält, bildet einen doppelten Ansatz, nämlich zugleich auf der obern und auf der untern Fläche. Der schräge Setzhammer macht einen spitzwinkligen Eindruck. Der runde Setzhammer bringt eine rinnenförmige Vertiefung hervor, taugt also z. B. zur Bildung rund ausgeschweifter Ansätze. Liegt dabei das Eisen nicht auf der Fläche des Ambosses, sondern auf einem im Loche des Ambosses angebrachten Stöckchen, welches einerlei Gestalt mit dem abgerundeten Ende des Setzhammers hat, so entstehen zwei gleiche rinnenartige Eindrücke einander gegenüber.

Die Setzhämmer, sowie andere Hilfswerkzeuge des Schmiedes, welche ruhig gehalten und mit dem Hammer geschlagen werden (als: Schrotmeissel, Stiel-Durchschläge, Aufhauer, Ober-Gesenke, s. unten) versieht man gern statt der steifen Holzstiele mit biegsamen und elastischen Stielen aus doppelt zusammengebogenen Haselnuss-Ruten oder Draht, wodurch der haltenden Hand sicherer die unangenehme Erschütterung — das sogenannte Prellen — erspart wird. Der Setzhammer u. s. w. bekommt hierbei kein Loch für den Stiel, sondern die Rute bezw. der Draht wird um ihn herumgewickelt.

4) Das Biegen (I, 312). Runde Biegungen werden gemacht, indem man das Eisen um eine geeignete Stelle des Hornes am Ambosse oder des Sperrhornes, oder um einen walzen- oder kegelförmigen Dorn, der in der Hand gehalten wird, herumklopft. Doppelte (S-förmige) Krümmungen werden mittels einer eisernen Gabel (Sprenggabel) hervorgebracht, welche aufrecht in das Loch des Ambosses eingesteckt wird und um deren zwei walzenförmige Schenkel man das glühende Eisenstäbchen windet, so dass jeder Haken des S einen Schenkel umschliesst. Winkelbiegungen erzeugt man leicht durch Umklopfen des Eisens über die Kante der Ambossbahn oder eines in den Amboss gesteckten Stöckchens (von der Art, wie es zum Ansetzen gebraucht wird). Um einen durch Versehen beim Schmieden windschief gewordenen Teil zurecht zu drehen oder in die richtige Ebene zu biegen, gebraucht man eine Art langstieligen Hakens, nämlich einen Eisenstab, welcher zweimal rechtwinklig gebogen ist, so dass er die Gestalt dreier Seiten eines Quadrates darbietet, von welchen die eine sehr verlängert ist, um als kräftiger Hebel zu wirken.

Zum Biegen grosser Gegenstände kommen mancherlei mechanische Vorrichtungen in Anwendung. Eines der gewöhnlichsten unter den hierher gehörigen Beispielen sind die Radreifen für Fuhrwerke aller Art, denen man

[1]) Technolog. Encyklopädie 1838, Bd. 9, S. 552 m. Abb.

die Zirkelkrümmung durch Biegen gerader Schienen (entweder im glühenden Zustande oder auch kalt) erteilt. Dazu kann ein aus drei Walzen bestehendes Walzwerk dienen. Zwei dieser Walzen, *A* und *B*, sind in gleicher Höhe, mehr oder weniger voneinander entfernt angebracht; der dritte, *C*, liegt gleichlaufend zu denselben, zwischen ihnen, aber etwas höher. Diese letzterwähnte Walze wird um ihre Achse gedreht, und führt so die Eisenschiene fort, welche dergestalt eingeleitet wird, dass sie *A* von oben, *C* von unten, *B* wieder von oben berührt. Je nach der Stellung der Walzen gegeneinander, muss die Schiene während ihres Durchganges eine Kreiskrümmung von kleinerem oder grösserem Durchmesser annehmen. Häufiger werden beide untere Walzen angetrieben, während die obere durch das Werkstück ihre Drehung erfährt. Winkeleisen, Eisenbahnschienen und andere Eisenstäbe biegt man mittels ebenso eingerichteter Maschinen, deren Walzenoberflächen nach den Querschnitten der Werkstücke gestaltet sind. Die sekundliche Umfangsgeschwindigkeit der Walzen beträgt selten mehr als 15 *mm* (s. w. u. bei Blechbiegemaschinen)[1]).

Andere als kreisbogenförmige Gestalten biegt man um eine entsprechend gestaltete Lehre, gegen welche das Werkstück gedrückt wird. Hierzu dienen oft zweckmässig angeordnete Hebel oder dergl.[2]) Zum Umbiegen des Kielplattenrandes (für eiserne Schiffe) dienen Vorrichtungen, welche den Rand der Platte festhalten und das übrige — mittels einer Walze oder durch andere Mittel — niederdrücken.[3])

Zu den mit dem Biegen zusammenhängenden Arbeiten gehört das Geraderichten stabförmiger Gebilde, sowie das Flachrichten (Spannen, Ausspannen) der Blechplatten. Sofern es sich dabei nur um geringe Berichtigungen handelt, pflegt diese Arbeit am kalten Eisen vorgenommen zu werden; starke Krümmungen kann man aber nicht anders als in der Glühhitze beseitigen. Das einfachste Mittel zum Geraderichten ist die Anwendung des Hammers, und zwar nicht selten nur eines hölzernen; das Geschäft ist aber zeitraubend und erfordert nicht geringe Umsicht und Geschicklichkeit; auch findet man oft, dass durch die verdichtende Wirkung der Hammerschläge eine oberflächliche Spannung erzeugt wird, welche die gerade Gestalt erhält, hingegen beim nachherigen Abdrehen oder Abfeilen verschwindet, so dass dann die Krümmung wiederkehrt. Zum Spannen der Eisenblechtafeln bedient man sich wohl eines durch Welldaumen gehobenen, sehr schnell schlagenden flachbahnigen Gleishammers mit höchst geringer Fallhöhe (z. B. 16 *mm*). Andere Verfahren des Geraderichtens sind: Anwendung einer Schraubenpresse[4]) oder Kurbelpresse[5]) für Eisenbahnschienen; das Rollen zwischen zwei gusseisernen Tafeln (für Röhren[6]); das Rollen zwischen drei im Dreieck und genau miteinander gleichlaufend gelagerten Walzen, in deren Zwischenraum der zu richtende Rundeisenstab vom Ende der Walzen aus eingeschoben wird[7]); das Hindurchziehen zwischen zwei übereinander liegenden

[1]) Vergl. über Biegemaschinen: D. p. J. 1832, **44**, 272 m. Abb.; 1878, **229**, 316 m. Abb.; 1882, **243**, 372 m. Abb.; 1886, **262**, 252 m. Abb.

[2]) D. p. J. **121**, 16.
Genie ind. Bd. 18, S. 4, Bd. 19, S. 76.

[3]) Genie ind. Bd. 28, S. 320.
D. p. J. 1878, **229**, 419 m. Abb.; 1883, **249**, 247 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1849, **111**, 265 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1867, S. 81 m. Abb.

[5]) Hütte, 1860, Taf. 29; 1864, Taf. 32a, b.

[6]) D. p. J. 1859, **151**, 25 m. Abb.

[7]) Polyt. Centralbl. 1843, S. 246 m. Abb.

Reihen von Walzen, welche so angeordnet sind, dass jede Walze d Oberreihe über dem Raume zwischen zwei Walzen der Unterreihe si befindet (Spannmaschine, Blechspannmaschine, für grosse u starke Blechtafeln)[1]; endlich das Drehen zwischen drei Paar, mitt Schraube einander zu nähernden Rollen, welche gleichzeitig die Versch bung des Werkstückes in seiner Achsenrichtung hervorrufen.[2])

5) Das Abhauen, Abschroten. — Sowohl um ein fertig schmiedetes Arbeitstück von dem Eisenstabe, welcher den Stoff dazu h gegeben hat, zu trennen, als um überhaupt Teile des Eisens beim Schm den abzunehmen, bedient man sich meisselförmiger Werkzeuge, welc auf zwei verschiedene Arten gebraucht werden, und daher zweierlei Nam führen. Der Abschrot ist ein breiter und kurzer Meissel, der mit sein Stiele oder Zapfen in das Loch des Ambosses eingesteckt wird und Schneide aufwärts kehrt. Man legt das Eisen auf die Schneide und schlä auf jenes von oben mit dem Hammer. Der Schrotmeissel ist ein wöhnlicher Meissel, den man frei in der Hand hält, auf das Eisen se und durch Hammerschläge eintreibt. Die schmäleren Schrotmeissel si 20 bis 25 *cm* lang und werden unmittelbar mit der Hand gefasst. Die breiteren sind kürzer und hammer- bis beilähnlich, mit einem Stiele versehen; der Stiel steht entweder mit der Schneide gleichlaufend, oder rechtwinklig gegen dieselbe, indem bald das eine, bald das andere bequemer ist.

Sowohl mit dem Abschrot als mit dem Schrotmeissel wird das Eisen gewöhnlich nicht völlig durchgehauen (um eine Beschädigung der Schneide durch Hammer oder Amboss zu vermeiden), vielmehr bricht man, wenn die zerteilten Stücke noch durch ein dünnes Band zusammenhängen, sie durch Umbiegen vollends voneinander. Damit die Schrotmeissel und andere verstählte Werkzeuge, welche beim Schmieden gebraucht werden (wie die sogleich folgenden Durchschläge u. s. w.), durch die Erhitzung in Berührung mit dem glühenden Eisen nicht weich werden, muss man dieselben nach gemachtem Gebrauche schnell in Wasser ablöschen.

6) Das Lochen. Beim Schmieden werden Löcher im Eisen auf zweierlei Weise hervorgebracht, nämlich durch Lochen (I, 317) oder durch Aufhauen (I, 318). Der Durchschlag gleicht in der Gestalt dem Schrotmeissel, bis auf den einzigen Unterschied, dass das dünnere, verstählte und gehärtete Ende des Werkzeuges statt der Schneide eine ebene abgeschliffene oder gerundete Fläche besitzt, von der Gestalt des hervorzubringenden Loches. Man unterscheidet viereckige Durchschläge (mit quadratischer Fläche), flache (mit länglichviereckiger Fläche) und runde (mit kreisförmiger Fläche); jede Gattung hat man wieder von mehreren Grössen. Sie werden auf das Werkstück unmittelbar durch die Hand, oder mittels eines Stieles, oder mittels einer Zange gesetzt, bezw. festgehalten.

Behufs des Lochens legt man das Werkstück zunächst auf die Ambossbahn und treibt den Durchschlag in ersteres bis reichlich $^3/_4$ der Werkstückdicke ein. Der Durchschlag verdrängt hierbei das Eisen nach den Seiten und

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1864, S. 1213 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1882, S. 94 m. Abb.; 1884, S. 1011 m. Abb.

[2]) Iron, Febr. 1887, S. 116 m. Schaub.

kennzeichnet gleichzeitig auf der unteren Fläche des Werkstückes die Lage des Loches. Das Werkstück wird hiernach umgedreht, über einen Lochring (einen 5 bis 10 *cm* weiten, 4 bis 7 *cm* hohen Ring mit etwa 1 *cm* Wandstärke) oder ein sonst hierzu taugliches Loch gelegt, der Durchschlag abermals aufgesetzt und eingetrieben. Dabei wird abermals Eisen nach der Seite verdrängt; es fällt aber auch ein Scheibchen, welches unmittelbar von der vorderen Durchschlagfläche getroffen wurde, heraus. Zuweilen treibt man den (bisher mittels der Zange festgehaltenen) Durchschlag völlig durch das Loch, wodurch dasselbe überall gleiche Weite erhält, häufiger erreicht man das letztere gelegentlich ferneren Aufweitens des Loches auf einem Dorn. Der Dorn ist ein 15 bis 30 *cm* langer, von einem zum anderen Ende an Dicke zunehmender gehärteter Stahlkörper, dessen Querschnittsgestalt derjenigen des Loches entspricht; er wird in oder auch durch das Loch getrieben und weitet dasselbe hierbei aus.

Oft dient ein Dorn dazu, dem Loche eine von seiner ursprünglichen verschiedene Gestalt zu erteilen; so macht man mittels dreieckiger, viereckiger und sechseckiger Dorne runde Löcher dreieckig, quadratisch oder sechseckig. Daher bedarf man keiner dreieckigen und sechseckigen Durchschläge. Beim Durchschlagen runder Löcher ist es oft nötig, dass der Mittelpunkt des Loches genau auf eine bestimmte Stelle komme. Um dies zu bewirken, schlägt man voraus mittels des Körners eine trichterförmige Versenkung ein, in welcher dann der Durchschlag leicht richtig aufgesetzt werden kann. Der Körner gleicht einem runden Durschlage, nur dass er statt der ebenen oder gerundeten Endfläche eine kegelförmige Spitze besitzt.

Streut man, bevor das Werkzeug durchgedrungen ist, etwas Kohlenstaub in die Vertiefung, so erleichtert dies schliesslich das Wiederherausziehen des Durchschlages.

Das Aufhauen ist vom Lochen dadurch verschieden, dass die Öffnung bloss durch Aufspalten und Auseinandertreiben des Eisens entsteht, ohne dass von letzterem ein Teil weggenommen wird. Man bedient sich dieses Verfahrens, wenn es darauf ankommt, das Eisen neben dem Loche ungeschwächt zu erhalten; wie unter anderem bei dem Loche in einem Hammer, bei Zangen, wo durch den Spalt des einen Teiles der andere Teil durchgeschoben wird u. s. w. Das Werkzeug zu dieser Arbeit ist der Aufhauer, welcher sich vom Schrotmeissel nur dadurch unterscheidet, dass er schlanker, seine Schneide nicht geradlinig, sondern etwas gerundet und sein Querschnitt oval ist (I, 317).

Dem Arbeitstücke legt man eine Platte von Schmiedeisen unter, damit die Schneide des Werkzeuges nicht mit der Ambossbahn in Berührung kommt.

Die durch Aufhauen gebildeten Löcher werden mittels der schon erwähnten Dorne erweitert und vollends ausgebildet (Auftreiben).

Das Aufhauen dient auch zum Einleiten einer Verzweigung, z. B. behufs Erzeugung des Rankenwerks gewisser Thürbeschläge, oder eines Winkelhebels u. s. w. Die abgerundete Gestalt des Werkzeugs soll auch hier ein Einreissen, welches bei Anwendung des scharfkantigen Schrotmeissels leicht eintreten könnte, bei dem weiteren Ausbilden der Gabelungen verhüten.

7) Die Bildung eines Kopfes an Nägeln, Bolzen, Nieten, über dem sogenannten Nageleisen.

Das Nageleisen besteht aus einer kurzen, dickwandigen, von oben nach unten sich etwas erweiternden, oben verstählten Röhre *a*, Fig. 28, mit festem Stiel *b*. Der obere Querschnitt seines Loches entspricht genau dem Querschnitt, welchen das Werkstück *w* dicht unter dem Kopf haben soll, und die obere Fläche des Nageleisens entspricht der Gestalt, welche man der unteren Fläche

des Kopfes geben will (ist also, je nach Umständen eben, kugelförmig g kegelförmig u. s. w.). Es wird beim Gebrauch über das Loch des Lo oder ein anderes geeignetes Loch gelegt.

Man schmiedet das Ende einer gehörig erhitzten Eisenstange Ausstrecken (S. 210) zu der verlangten Schaftgestalt (z. B. eines aus, benutzt hierbei nach Umstän Ansetzen (S. 211), sorgt jedenfalls dass an dem der Stange zugekehrte des Schaftes eine schroff auftreten dickung entsteht, kerbt sodann die auf dem Abschrot (S. 214) gehör steckt den Schaft in das Nageleisen die Stange ab und bildet nunme über dem Nageleisen verbleibenden stückteil durch Hammerschläge verlangten Kopfgestalt aus. Um genau zu bekommen, bedient m eines Setzhammers (**Kopfstempel** tels welchem der Kopf geglättet oder es wird der roh ausgeschmiede in Gesenken (s. w. u.) weiter ausg

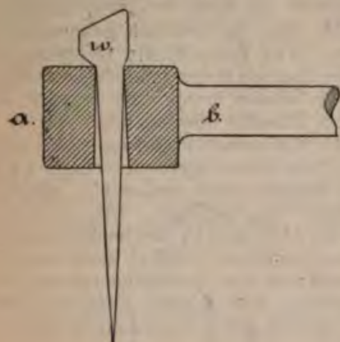


Fig. 28.

Offenbar ist die Stützung, welche die obere Kante des Nageleise Werkstück *w*, Fig. 28, bietet, eine geringe, eine ungenügende, wenn m sucht, den Kopf durch ein in gerader Linie fortschreitendes Werkzeug den. Der Widerstand, welcher der beabsichtigten Umgestaltung entg setzt wird, steigert sich bald, da die Berührungsfläche zwischen Werkst Werkzeug stetig an Umfang zunimmt, allmählich so, dass jene Stützun ausreicht, vielmehr das Werkstück in das Nageleisen hineingedrückt wi dem man aber die Kopfbildung durch Hammerschläge bewirkt, welche in erster Linie die unmittelbar getroffenen Teile beeinflussen (I, 551) Richtung dieser Schläge fortwährend wechseln lässt, ist man im stan solchen Drücken auszukommen, welche die Grösse der Stützung nich schreiten. Ist der Kopf gebildet, so ruht derselbe mit solcher Breite a Nageleisen, dass der Anwendung des Kopfstempels keine Bedenken en stehen.

Hier kann bemerkt werden, dass zur Bildung eines Kopfes oder Endes an einem Bolzen u. dgl. überhaupt vier Wege möglich sind, un chen man nach den Umständen zweckmässig wählen muss: a. Man nimm von solcher Dicke wie der Kopf erfordert, und erzeugt den dünnerer durch Ausstrecken unter dem Hammer; dieses Verfahren ist gewöhnlich läufig. b. Man verwendet einen Eisenstab, der etwas dicker ist, als de zeugende Schaft werden soll, und bildet den Kopf wie beschrieben üb Nageleisen. c. Der Eisenstab hat von vornherein die Dicke des Schafte dann fehlt die für die Stützung im Nageleisen erforderliche Schulter, der ganze Schaft gestützt werden muss, also sowohl sein unteres Ende, a seine Seitenflächen durch feste Flächen zu hindern sind, eine andere als forderte Gestalt anzunehmen. d. Man schweisst um das Ende des Schaft Ring fest, um die Verdickung zu erzeugen; dieses Verfahren ist beson die grössten Köpfe geeignet, welche durch das dazu nötige starke S leicht rissig ausfallen würden, wenn man sie nach b. oder c. verfertigen

8) **Das Schmieden über dem Dorn.** Hohle (ring- oder artige) Schmiedarbeiten können auf ihrem Umkreise nicht ohne digung ihrer Gestalt gehämmert werden, wenn man sie nicht au

in die Höhlung passenden Dorn steckt, der gewöhnlich aus einem walzenförmigen Eisenstabe besteht, und mit Lehmwasser bestrichen wird, um nicht mit dem Arbeitstücke zusammenzuschweissen. Grössere Ringe bearbeitet man auf dem kegelförmigen Horne des Ambosses.

In manchen Fällen kommt es bei dem Schmieden rohr- oder ringartiger Gegenstände über dem Dorn als ein Vorteil in Betracht, dass die Eisenfasern in der Krümmung laufen. So werden kleine eiserne Schraubenmuttern zweckmässiger aus einem Eisenstabe über dem Dorn gebogen und geschweisst, statt aus dem Vollen geschmiedet und nachher gelocht zu werden. Im erstern Falle ist die Lage der Eisenfasern fast übereinstimmend mit jener des Schraubengewindes, welches in das Loch geschnitten wird, und das Gewinde wird darum dauerhafter, indem es nicht ausbricht oder bröckelt, wie es bei Muttern, welche aus vollem Eisen gelocht werden, leicht geschieht.

9) Das Schmieden in Gesenken. — Runde Gegenstände können ihre richtige Gestalt durch Schmieden auf dem Ambosse nicht erhalten, weil die flache Gestalt der Hammer- und Ambossbahn dies unmöglich macht. Auch Stücke mit ebenen Flächen sind oft auf dem Ambosse nicht zu vollenden; entweder weil sie die Flächen nicht paarweise einander gegenüber stehend darbieten, oder weil ihre Gestalt überhaupt nicht durch die bisher angeführten Hilfsmittel leicht und genau genug auszuarbeiten ist. Noch mehr leuchtet dies rücksichtlich solcher Gegenstände ein, deren Oberfläche eine Abwechslung von Erhöhungen und Vertiefungen als Verzierung u. s. w. darbietet. In allen eben bezeichneten Fällen bedient man sich vertiefter Formen, in welche das Eisen hineingeschlagen wird; diese Formen führen im allgemeinen den Namen Gesenke und eine Werkstätte bedarf ihrer oft in grosser Anzahl.

Ein Gesenk besteht entweder bloss aus einem Unterteile (Untergesenk), oder aus einem Unter- und einem Oberteil oder endlich aus mehreren Teilen. Die Unterteile werden mit einem daran sitzenden Zapfen in das Loch des Ambosses gesteckt; oder man stellt sie (mit flachem Boden) auf den Amboss innerhalb eines viereckigen Ringes, dessen Zapfen in das erwähnte Loch eingesetzt wird; oder sie haben einen flachen Boden und schräge Seiten, und werden in einen schwalbenschwanzförmigen Falz der Ambossbahn eingeschoben. Einige grosse Untergesenke werden ohne alles Befestigungsmittel flach auf den Amboss gestellt und, um bequemere Handhabung zu gestatten, mit einem eisernen Stiele versehen. Das Oberteil (Obergesenk, Setzhammer) eines Gesenkes hat eine hammerähnliche Gestalt, enthält in der Bahn die gehörige Vertiefung und wird an dem Stiele gehalten, während man auf den Kopf Hammerstreiche führt, um das zwischen beiden Gesenkteilen liegende Eisen zu formen. Zuweilen fehlt der Stiel sowohl am Unter- als auch am Obergesenk. Die Gesenke sind von Schmiedeisen gemacht, auf den vertieften Flächen aber mit aufgeschweisstem und gehärteten Stahle belegt.

Die Gesenkhöhungen sind nur in einigen Fällen durch Ausfeilen, Graben u. dergl. zu erzeugen; der regelmässige Weg ist das Einschlagen mittels eines gehärteten Stahlstückes, welches die Gestalt des im Gesenke zu schmiedenden Gegenstandes hat (Kern).

Unterteile allein reichen für jene Gegenstände hin, welche, wenn sie im Gesenke liegen, oben eine ebene Fläche darbieten.

Werden Obergesenke verwendet, so ist zu beachten, dass der Stoss des Hammers zunächst diese trifft und erst durch ihre Vermittlung das Werkstück beeinflusst. Man verwendet daher für den vorliegenden Zweck möglichst schwere Hämmer, wenn nicht Pressen (S. 176) vorgezogen werden.

Beispiele sind folgende:

Eine viereckige Schraubenmutter mit Ansatz (einer daran befind-

lichen runden Scheibe). — Das Gesenk enthält eine Vertiefung, welche ganz von der Gestalt der Schraubenmutter ist (wenn man bei letzterer von dem Loche absieht). Das Eisenstück wird vorläufig auf dem Ambosse so weit als möglich fertig geschmiedet, dann in das Gesenk gelegt und überhämmert. Die vom Hammer getroffene Seite, als die breitere, ist die Grundfläche des Ansatzes. Der Boden des Gesenkes muss ein Loch haben, damit man die vollendete Mutter mittels eines Stiftes von unten nach oben herausstossen kann.

Ein dreieckiges Stäbchen. Das Gesenk enthält eine Einkerbung, die durch zwei schräg zusammenlaufende Flächen gebildet wird. Die dritte, offene Seite trifft der Hammer. — In ähnlichen Gesenken können roh vorgeschmiedete sechseckige Schraubenmuttern (ohne Ansatz) oder sechseckige Schraubenköpfe u. dergl. fertig geschlagen werden, indem zwar das Gesenk jeweilig nur zwei der Seitenflächen berührt und glättet, das Eisenstück aber schrittweise in verschiedene Lage gedreht und überhämmert wird. Doch bedient man sich für diesen Fall lieber eines Gesenkes, dessen Vertiefung drei Seiten des Sechsecks darbietet, nämlich eine als Bodenfläche und zwei schräge als Seitenflächen.

Ein halbrundes Stäbchen. Das Gesenk enthält die Vertiefung, der runden Seite des Stückes entsprechend; die flache Seite bildet sich durch die Hammerbahn.

Zu grosser Arbeit dient der Gesenk-Klotz, ein vierseitiger, fast würfelförmiger, von Eisen gegossener Block, z. B. 45 *cm* im Quadrat und 25 oder 30 *cm* dick, welchen man auf einem Ambossstocke nach Bedarf auf eine oder die andere seiner sechs Flächen legt. Von einer der breiten quadratischen Grundflächen nach der entgegengesetzten gehen quadratische, rechteckige, runde Löcher von verschiedener Grösse hindurch, welche gebraucht werden, wenn man das Gerät als Lochscheibe benutzen will. Die vier gleichen schmalen Seiten sind mit halbrunden, winkelförmigen (dreieckigen) und viereckigen Querfurchen und Rippen verschiedener Grösse versehen, um als Untergesenke zu dienen.

Nach dem Gesagten ergiebt sich leicht, in welchen Fällen die Gesenke zweiteilig sein müssen. Oberteil und Unterteil sind einander gleich, wenn der hervorzubringende Gegenstand symmetrisch ist. Der einfachste Fall ist das Schmieden eines glatten, runden Stabes. Das Gesenk, welches hierzu dient (Rundgesenk) enthält im Unterteil, und ebenso im Oberteil, eine nahezu halbwalzenförmige Höhlung; das Eisen wird nach jedem Schlage gedreht und nach und nach auch durch das Gesenk fortgerückt, wenn der zu gestaltende Teil länger ist als das Gesenk. Das Schmieden des Rundeisens auf den Eisenhämmern gehört hierher. Ist ein rundes Eisenstück mit Reifen u. dergl. verziert, oder mit einem kugelförmigen Knopfe, mit einer Ausbauchung, einem Wulste u. dergl. versehen, so entsteht hierdurch bloss eine leicht begreifliche Verschiedenheit in der Gestalt der Gesenk-Höhlung, und die Bewegung des Eisens beschränkt sich hier jedenfalls auf Drehung (ohne Fortschieben). Grobe Schrauben können gleichfalls auf solche Weise im Gesenke geschmiedet werden. Flache Gegenstände aber, welche in zweiteiligen Gesenken geschmiedet werden, gestatten weder noch erfordern sie eine Drehung. Ein Beispiel dieser Art ist bei der Verfertigung des damaszierten Stahls vorgekommen (S. 42); andere sind: der Schaft eines Schlüssels samt dem Barte, der Ring oder die Raute eines Schlüssels[1]), u. dergl. mehr. Zu rinnenartigen Stücken gebraucht man ein entsprechend ausgehöhltes Untergesenk und ein erhaben gerundetes Obergesenk; das vorläufig flach ausgeschmiedete Eisen wird auf das Untergesenk gelegt und durch das daraufgesetzte Obergesenk eingedrückt, wobei man es nach jedem Schlage ein wenig weiterrückt. Beispiele dieses Falles sind eine Röhre für Drechsler, ein Hohleisen für Tischler oder Zimmerleute. Auch wenn es sich darum handelt, ein flaches Eisenstück zu einer Röhre zu bilden, formt man es zuerst in einem zweiteiligen Gesenke der erwähnten Art rinnenähnlich, und vollendet die Biegung auf dem Amsbosshorne (S. 204) oder einem Dorne.

Die Ergänzung der gewöhnlichen Schmiedearbeit durch die mittels Auf-

---

1) Prechtl, Techn. Encykl. 1842, Bd. 12, S. 568 m. Abb.

setzhammers, Durchschnitts und Gesenks möge durch folgendes Beispiel beleuchtet werden.[1])

Es soll eins der unter dem Rahmen der Eisenbahn-Wagen zu befestigenden Eisen, welche das Federgehänge tragen, geschmiedet werden. Zu demselben wird ein rechteckiges Stück Schmiedeisen verwendet, in welches man in erster Hitze ein paar rinnenartige Vertiefungen (Fig. 29) schlägt, welche denjenigen

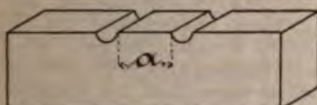


Fig. 29.

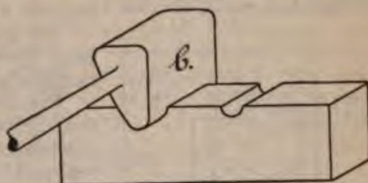


Fig. 30.

Teil begrenzen, der zur Öse ausgebildet werden soll. Um den Abstand *a* dieser Rinnen ohne weiteres richtig zu erhalten, sind zwei **Kehlhämmer** (S. 212) mittels ihrer eisernen Stiele gabelartig zusammengeschweisst. Man setzt dann gleichzeitig zwei Kehlhämmer *b*, Fig. 30, von denen der eine seitens des Schmiedes, der andere seitens seines Gehilfen gehalten wird, auf das Werkstück und lässt dieselben durch den Hammer so eintreiben, dass die durch Fig. 31 versinnlichte Gestalt entsteht. Hierauf streckt man links und rechts vom Mittelstück in gewöhnlicher Weise und erzielt hierdurch die Gestalt Fig. 32. Das Mittelstück wird hierauf zwischen zwei Kehlhämmern (Fig. 33) winkelrecht zur Sohle des Werkstücks gestreckt. Das alles findet statt in der ersten Hitze. Nachdem das Werkstück wieder erhitzt worden ist, legt man es zwischen ein Untergesenk

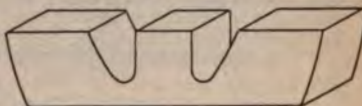


Fig. 31.

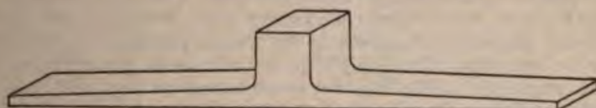


Fig. 32.

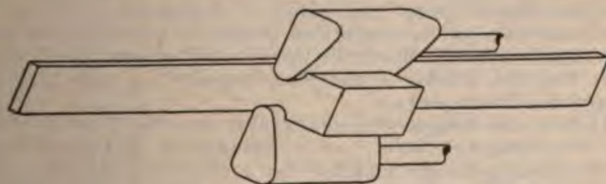


Fig. 33.

(Fig. 34) und ein zu diesem passendes Obergesenk (kräfige Stifte, welche in Löcher des Untergesenks greifen, sorgen dafür, dass die beiden Gesenkteile richtig übereinander zu liegen kommen). In diesem Gesenk erfolgt zunächst die weitere Ausbildung der Öse, indem man ersteres unter einen entsprechend

---

[1]) The Engineer, Febr. 1880, S. 154 m. Abb.

schweren Hammer (oder eine Presse) bringt; alsdann werden zwei Dorne *i*, welche gut passende Löcher in beiden Gesenkteilen angebracht sind, durch di getrieben, welche die im Grundriss der Fig. zu erkennenden Ausbogungen durch Hinwegschı den der betreffenden Eisenmengen ausbilden. Werkstück wird endlich zum drittenmal erh und in einem zweiten Gesenkpaar in die du Fig. 35 dargestellte Gestalt übergeführt.

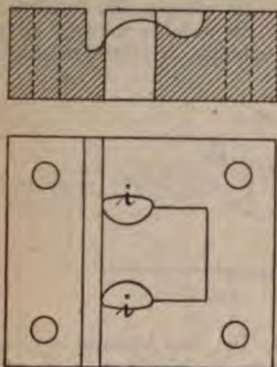


Fig. 34.

Ein hervorragendes Beispiel des Gesenkschn dens bildet die Herstellung schmiedeiserner Lo motivteile nach Haswell[1]), Fig. 36 und 37.

Die Figuren stellen insbesondere das Ges zum Schmieden eines Kreuzkopfes dar. *a* ist wissermassen das Untergesenk; es begrenzt in sei senkrechten Flächen einen Teil der Gleitbahı des Kreuzkopfes und zwei, Kernstücken zu v gleichende Stücke *b*, welche den Hals des Kre kopfes umschliessen. Sein wagerechter Teil grenzt teils jene, teils die Endfläche des erwäl ten Halses. Zu dem Untergenk kann man n den Teil *c* rechnen, welcher den Rest des Kre kopfes von aussen umschliesst. Als Obergese bleibt sodann der Stempel *d*, welcher vermöge des Zwischenstückes *e* mit d Mönch der Wasserdruckpresse[2]) verbunden ist. Den Teil *a*, wie den andern

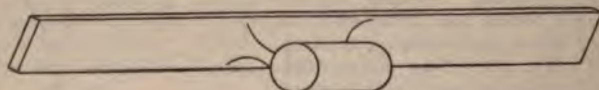


Fig. 35.

welche aus Gusseisen gefertigt sind, umschliessen starke, warm aufgezoge Ringe; die richtige gegenseitige Lage zwischen *c* und *a* gewinnt man te durch einen Versatz, teils durch Merkstifte oder Dübbel. Man hat nun Untergesenk auf das untere Querstück der Presse gesetzt, *d* aber mittels ei Hilfsmönchs so emporgehoben (Hubhöhe 52 *cm*), dass die Öffnung des Unt gesenkes frei zugänglich ist. Ein Schweisspacken ist auf 135 *mm* Dicke u 285 *mm* Breite unter einem Hammer, dessen Bärgewicht 4 *t* beträgt, aus schmiedet und von diesem Stab ein 95 bis 97 *kg* schweres Stück (gewogen) gehauen. Dasselbe wird sodann, nachdem es bis zu hoher Weissglut erhi worden, in das Gesenk gelegt und sofort *d* niedergesenkt. Das sehr wei Eisen fliesst unter dem auf es ausgeübten Drucke in alle freien Hohlräume; kleiner Überschuss entweicht durch die vier rinnenförmigen Spielräume zwisch dem unteren Teil des Stückes *e* und dem Gesenkteil *c*. Ein Ring *i* begre die Tiefenlage des Obergesenks *d*.

Das Ablösen des fertigen Schmiedestückes aus dem Gesenk erfolgt, ind man unter Vermittelung zweier, an *c* befindlicher Haken und eingeleg Ketten das Zusammengehörige zunächst von *a* abhebt; die Backen *b* sind lei durch Hammerschläge zu lösen. Alsdann wird *a* nebst Zubehör entfernt; m unterstützt *c* entsprechend, löst die Ketten und zieht *d* aus dem Schmiedestü und drückt endlich durch Aufsetzen geeigneter Zwischenstücke den Kreuzk nach unten aus dem Gesenkteil *c*. Innerhalb 10 Stunden sollen 25 bis 30 s cher Schmiedestücke erzeugt werden, deren Herstellungspreis (s. d. Quelle) mässiger ist.

---

[1]) Zeitschr. d. Österr. Ing. u. Arch.-Ver. 1872, S. 329 ff. m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1863, S. 287 m. Abb.

Der Druck, welchen jedes *qmm* des Werkstückes erfährt, kann wie folgt berechnet werden: Der Querschnitt ist: 295 . 160 + 4 . 12,5 . 31 = 48 750 *qmm*, der Druck auf den Mönch der Presse wird zu 750 000 *kg* angegeben, folglich ist der Druck auf 1 *qmm* des Querschnittes:

$$\frac{750\,000}{48\,750} = 15{,}4\ kg,$$

wenn von den Reibungsverlusten abgesehen wird.

Als Vorzug dieses Herstellungsverfahrens gegenüber dem anderen, nach welchem der Kreuzkopf durch Spanabheben, bezw. Ausschneiden aus einem vollen Schmiedestück gewonnen wird, hebt die Quelle mit Recht die durch den Fluss hervorgebrachte günstige Faserlage des Schweisseisens hervor.

Andere Beispiele des Verfahrens führt die Quelle an.

Die **gegenseitige Lage der Gesenkteile** vermag man in vielen Fällen ohne weiteres zu gewinnen, in manchen Fällen benutzt man Merkstifte, wie vorhin angegeben wurde. Dieselben sind aber meistens den hier in Frage kommenden Beanspruchungen gegenüber nicht widerstandsfähig genug. Man wendet deshalb vielfach kräftigere, oft rahmenartige Hervorragungen bei dem einen Gesenk an, während das andere so gestaltet wird, dass es den genannten Hervorragungen entlang gleitet.

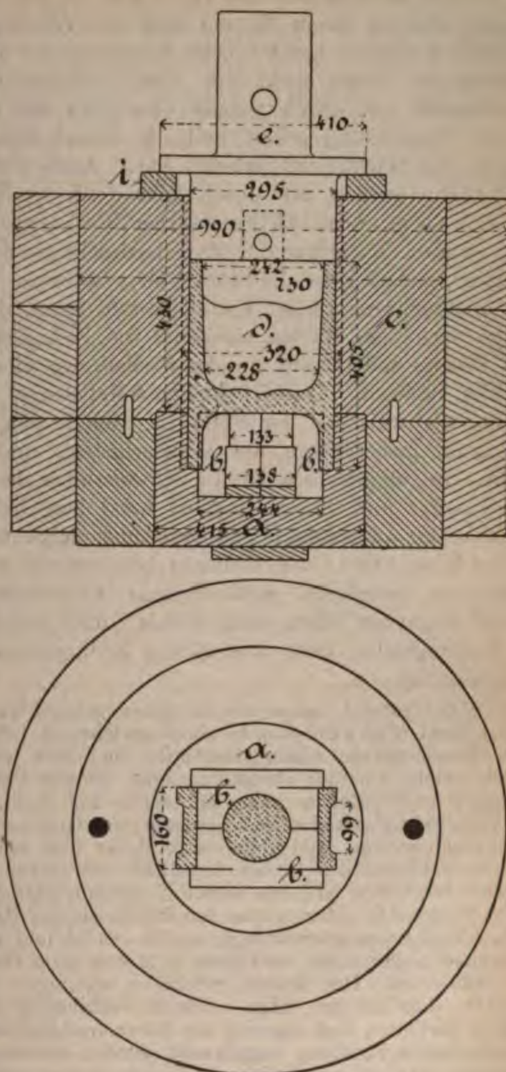


Fig. 36 u. 37.

Bei häufiger Anwendung eines und desselben Gesenkes zum Schmieden vieler gleicher Stücke ist oft nützlich, das Obergesenk mit dem Untergesenk durch einen federnden Bügel zu verbinden, welcher ohne weitere Fürsorge des Schmiedes beide Teile in ihrer richtigen gegenseitigen Lage erhält; auch verlohnt es der Mühe, das Oberteil mit dem fallenden Bär unmittelbar zu verbinden. So arbeitet man zuweilen mit Gesenken im **Fallwerke**. Dabei ist das Untergesenk festgestellt. In gleicher Weise können die Dampfhämmer, überhaupt Gleishämmer, S. 205 (welche

nur ein vervollkommnetes Fallwerk sind) zum Gesenkschmieden gebraucht werden[1]), ebenso andere Schmiedemaschinen (S. 207).

10) Das Schweissen (I, 450). — Die Verbindung verschiedener Eisenstücke zu einem Ganzen und die Vereinigung zweier Enden eines nämlichen Stückes kommt beim Schmieden so oft vor, dass die Schweissbarkeit des Eisens nicht nur eine willkommene, sondern gerade jene Eigenschaft ist, durch welche vorzüglich das Schmieden eine so ausgedehnte Anwendung erhält und die Verarbeitung des Schmiedeisens ihre ungemeine Wichtigkeit erlangt hat. Auch Stahl mit Stahl und Eisen mit Stahl werden oft durch Schweissen vereinigt. Das Anstählen, Verstählen, Vorstählen eiserner Werkzeuge u. dergl. ist eine Arbeit von grosser Wichtigkeit. Man beabsichtigt dabei nicht nur Kostenersparung, indem man die Stücke bloss teilweise aus Stahl macht, sondern ein anderer wesentlicher Vorteil besteht darin, dass die verstählten Werkzeuge nach dem Härten einerseits die Festigkeit und Unzerbrechlichkeit des Eisens, andererseits an den Stellen, wo dies nötig ist, die Härte des Stahles besitzen. Hartes (kohlenstoffreicheres) Eisen schweisst weniger leicht, als weiches; der Stahl im allgemeinen schwerer als Eisen; der Gussstahl insbesondere am schwierigsten, und mancher Gussstahl gar nicht. Im allgemeinen ist die Schweisshitze des Stahles geringer als die des Eisens, und dieser Umstand muss berücksichtigt werden, wenn die Schweissung überhaupt gelingen und dabei der Stahl nicht durch zu grosse Hitze seine Güte verlieren (verbrennen) soll. Übrigens sind rasche Erhitzung, möglichst vollkommener Ausschluss der Luft von dem im Feuer liegenden Eisen und Stahle, und zweckmässige Gestaltung der zu vereinigenden Teile wesentliche Bedingungen zu einer vollkommenen Schweissung.

Man bestreut daher die ins Feuer gebrachten Arbeitstücke mit thonhaltigem Sand (Schweisssand) oder zerriebenem Lehm, der mit dem Glühspan der Eisenoberfläche zusammenschmilzt und eine leichtflüssige Schlacke bildet, durch welche die Luft abgehalten und die metallische Berührung der zu vereinigenden Oberflächen ermöglicht wird. Bei Stahl, vorzüglich Gussstahl, wird statt des Schweisssandes zerstossenes grünes Glas oder feingepulverter Sandstein, oder geschmolzener und gepulverter Borax (den man von aussen auf die Fuge streut, nachdem das Innere derselben mit einem Brei von Boraxpulver und Wasser bestrichen ist), am besten feingepulverter Schwerspat (indem man die zu vereinigenden schon glühenden Stücke einzeln darin umwendet, aufeinander legt, flüchtig zusammenschlägt, wieder erhitzt und vollends unter dem Hammer schweisst) angewendet, weil Sand zu strengflüssig für die geringere Schweisshitze des Stahles ist. Den Teilen, welche zu vereinigen sind, giebt man eine solche Gestalt, dass sie sich nach erfolgter Verbindung auf einer nicht zu kleinen Fläche berühren, und zugleich die Hammerschläge bequem und wirksam in der erforderlichen Richtung angebracht werden können. Schon vor dem Erhitzen vereinigt man sie womöglich so, dass sie zusammenhalten und — aus dem Feuer gezogen — ohne Zeitverlust gehämmert werden können. Nur beim Zusammenschweissen von Gussstahl mit Eisen ist es vorzuziehen, beide abgesondert (den Stahl wenig über das dunkle Rotglühen, das Eisen bis zum Weissglühen) zu erhitzen und dann erst zusammen zu legen, weil man auf diese Weise besser im stande ist, jedem Teile die für ihn geeignete Hitze zu geben.

---

[1]) Gesenk zu Eisenbahnwagenrädern: Polyt. Centralbl. 1855, S. 1352 m. Abb.

Folgendes Schweisspulver wird zum Schweissen von Stahl auf Eisen sehr gerühmt: 35,6 Borsäure, 30,1 trockenes Kochsalz, 26,7 Blutlaugensalz, 7,6 Kolophonium, fein zerrieben, innig gemengt und auf die Schweissstelle gestreut; beim Zusammenschweissen von Stahl und Stahl soll man nehmen: 41,5 Borsäure, 35 trockenes Kochsalz, 15,5 Blutlaugensalz, 8 entwässertes kohlensaures Natron. Verwandt hiermit ist die Vorschrift: Blutlaugensalz, durch Erwärmen in ein weisses Pulver verwandelt, 7 Teile, entwässertes kohlensaures Natron 2 Teile, gebrannter Borax mehr oder weniger nach Beschaffenheit des Stahles. Noch andere beim Schweissen von Stahl (namentlich auch Gussstahl) auf Eisen bewährt gefundene Schweisspulver sind folgende: a. 8 Teile Schwerspat, 1 Teil Glasgalle, 1 Teil Braunstein; b. 12 Teile recht gut getrockneter Lehm, 3 Teile kalcinierte Soda, 2 Teile Pottasche; c. 8 Teile Borax, 1 Teil Salmiak, 1 Teil Blutlaugensalz zusammen in Wasser aufgelöst und unter beständigem Umrühren bei gelinder Wärme zur Trockenheit abgedampft (bei zu starkem Erhitzen dieser Masse kann Explosion durch gebildeten Chlorstickstoff eintreten).

Die ersten Hammerschläge sollen beim Schweissen sehr rasch aufeinander folgen, aber nicht sehr heftig sein; man schlägt jedoch stärker zu, wenn einmal die Vereinigung begonnen und nach dem Vorübergehen des höchsten Hitzegrades das Metall etwas mehr Festigkeit erlangt hat. Kleine mit Gussstahl vorzustählende Stücke (Meissel z. B.) lassen sich ohne Hämmern, durch rasches und kraftvolles Pressen in einem grossen Schraubstocke, schweissen. In dem einen wie in dem andern Falle muss Sorge getragen werden, dass die im Innern der Schweissfuge enthaltenen dünnflüssigen Schlackenteile möglichst vollständig herausgequetscht werden, dass also der Druck oder das Hämmern an der von dem Ausgange der Fuge entferntesten Stelle anfange und rasch gegen den Ausgang selbst fortschreite. In dieser Beziehung ist es auch vorteilhaft, den zu vereinigenden Flächen eine gewölbte Gestalt in der Art zu geben, dass sie sich anfangs nur in der Mitte berühren und für die Schlacke der Ausgang zu beiden Seiten frei bleibt. Es ist auch eine Einrichtung angegeben worden, um die Schweissung durch den Dampfhammer in dem zum Erhitzen dienenden Flammofen selbst vorzunehmen [1]).

Sehr guten Erfolg hat die Anwendung ruhigen Druckes statt der Hammerschläge für das Zusammendrücken der zu schweissenden Stücke. Die Wasserdruckpresse ist wirksamer als der Dampfhammer, weil die Wirkung der Hammerschläge nicht immer bis zur erforderlichen Tiefe eindringt, auch zu kurze Zeit (I, 552) währt.

In gleichem Sinne schweisst man zwischen Walzen die Radkränze für Eisenbahnfuhrwerke [2]), was im wesentlichen zusammenfällt mit der Behandlung der Schweisspacken behufs Ausbildens derselben zu Stabeisen (S. 179).

Bei dem Schweissen dünner Gegenstände sind besondere Vorsichtsmassregeln erforderlich, um einerseits den Abbrand nicht zu gross werden zu lassen, andererseits auf dem Wege von dem Erhitzungsort bis zu derjenigen Stelle, an welcher das Zusammendrücken stattfindet, nicht zu viel Wärme zu verlieren. Beim Zusammenschweissen der Blechränder

---

[1]) D. p. J. 1865, **176**, 15 m. Abb.
[2]) Samml. v. Zeichn. f. d. Hütte, 1859, Taf. 14.

behufs Erzeugung geschweisster (statt genieteter) Dampfkessel wird beispielsweise zu dem Ende die dem Feuer abgewendete Seite des Werkstückes mit Lehm bedeckt, welchen man erst beseitigt, wenn die drückenden Werkzeuge in Thätigkeit treten sollen, oder es findet die Erhitzung mittels geblasener Flamme (I, 164) in unmittelbarer Nähe der eigentlichen Arbeitsstelle statt. Man hat auch vorgeschlagen[1]), eine Art Schmiedefeuer unmittelbar an die für das Zusammendrücken der Blechränder bestimmten Walzen zu stellen.

Das Anschuhen der Lokomotiv-Siederöhren bewirkt man ähnlich, nämlich wie folgt.

Das Ende der Röhre, an welches man ein neues Stück schweissen will, wird (mittels einer Bd. I, S. 324 beschriebenen Vorrichtung) so aufgeweitet, dass das anzuschweissende Röhrenstück hinein zu stecken ist. Man legt die Verbindungsstelle in das Feuer, indem das kürzere Stück *a* einem Walzwerk, Fig. 38, zu-

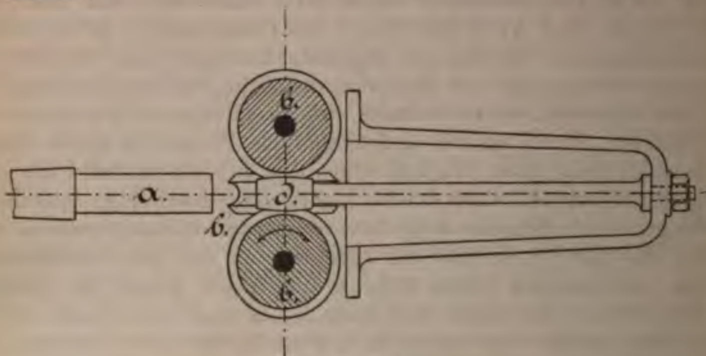


Fig. 38.

gerichtet wird. Dieses Walzwerk besteht aus vier rollenartigen Walzen *b*, welche durch die Maschine sowohl in der einen, wie in der entgegengesetzten Richtung gedreht werden können und umschliesst einen festen, vorn etwas zugespitzten Dorn *d*. Nachdem die Schweisshitze erreicht ist, setzt man die Walzen in Betrieb und schiebt die Röhre zwischen die Walzen, steuert deren Bewegungsrichtung, nachdem die Schweissstelle auf dem Hinwege entsprechenden Druck erfahren hat, um, so dass sie auf dem Rückwege, seitens der entsprechend genäherten Walzen einen zweiten Druck erfährt u. s. w. Das Verfahren verläuft so rasch, dass ein nur geringer Wärmeverlust stattfindet.

Zu weiterer Erläuterung des Schweissens mögen folgende Beispiele dienen.

Um zwei Stäbe aneinander zu schweissen, legt man ihre Enden (entweder ohne Vorbereitung, oder nachdem man sie platt schaufelförmig geschmiedet hat, abfinnen) schweisswarm übereinander, und schmiedet sie so lange aus, bis das Ganze an der Schweissstelle nur noch die Dicke eines einzelnen Stabes besitzt. — Einen Ring bildet man aus einem geraden Stabe, den man an beiden Enden dünner ausstreckt und über dem Horne des Ambosses oder über einem Dorne (S. 216) zusammenbiegt, worauf die einander überragenden (aufeinander liegenden) Enden schweisswarm zusammengehämmert werden. Man kann auch das eine Ende gabelartig aufhauen, und das andere Ende zwischen die beiden Zacken legen.

---

[1]) D. p. J. 1880, **235**, 22 m. Abb.

Um einen Ring auf einen runden Stab zu schweissen (etwa zur Bildung des Kopfes an einem Bolzen), biegt man ein Eisenstäbchen ringartig, doch ohne den Ring ganz zu schliessen, staucht das Ende des runden Stabes ein wenig, schiebt den Ring auf und bewirkt durch Hammerschläge gleichzeitig dessen Schliessung und Befestigung. — Eine ebene Fläche, z. B. die Bahn eines Hammers oder Ambosses, kann auf verschiedene Weise verstählt werden.[1]) Entweder wird die aufzuschweissende Stahlplatte an ein paar Stellen durch Einhauen mit dem Meissel mit hervorspringenden Zacken versehen, kalt auf das glühende Eisen geschlagen, wo sie mittels jener Zacken vorläufig festhält, und nun schweisswarm gemacht und überhämmert. Oder man schlägt durch den Mittelpunkt der Stahlplatte ein Loch, in die Eisenfläche eine Vertiefung, treibt in beide einen gezackten stählernen Nietnagel, um die Anheftung zu bewirken, und schweisst dann wie gewöhnlich. Beide Verfahren gewähren aber keine sehr feste Verbindung, so dass sich der Stahl durch die Erschütterungen beim Gebrauche des Hammers oder Ambosses ziemlich leicht wieder ablöst. Daher ist es besser, entweder mittels eines viereckigen Durchschlages mehrere Vertiefungen im Eisen zu bilden, und in diese ebensoviele stählerne Pflöcke einzutreiben, welche sich sodann beim Überhämmern ihrer herausragenden Enden breit stauchen und zu einer, mit dem Eisenkörper auf das Festeste zusammenhängenden Platte verschweissen; oder kleine Bruchstücke von Stahl in einen auf den Amboss gestellten viereckigen Ring zu legen, dieselben mit Borax zu bestreuen, das weisswarme Eisen darauf zu setzen und schnell zu überhämmern, dann in einer zweiten Hitze die Verbindung zu vollenden. — Die Finne eines Hammers wird mit dem Schrotmeissel aufgespalten, in den auseinander getriebenen Spalt wird das schneidige Ende eines stählernen Keiles eingeschoben und dann die Schweissung verrichtet (I, 451). — Eine Axt wird aus einer Eisenstange erzeugt, die man an beiden Enden etwas dünner ausschmiedet, dann zusammenbiegt, um das Öhr oder den Ring zu bilden; zwischen die Enden wird ein Stahlstück gelegt, das Ganze geschweisst, und so die verstählte Schneide hervorgebracht. — Bei schneidenden Werkzeugen, die nur von einer Seite her angeschliffen werden (wie Beile, Hobeleisen, Lochbeitel und Stechbeitel der Tischler u. s. w.), wird auf die Seite, an welche die Schneide zu liegen kommt, eine Stahlplatte ohne weitere Vorbereitung gelegt und angeschweisst. Die Dicke des Werkzeuges besteht dann zum Teil aus Eisen, zum Teil aus Stahl; das Anschleifen geschieht auf der Seite des Eisens.

Schneidwerkzeuge, welche zweiseitig angeschliffen werden, sodass die Schneide in die Mitte der Dicke fällt, stählt man, wenn sie dick sind, nach Art einer Hammerfinne oder einer Axt vor; sind sie dünn (wie z. B. die Stemmeisen der Tischler und Zimmerleute, grosse Messer u. s. w.), so macht man den der Schneide zunächst liegenden Teil ganz von Stahl, das übrige von Eisen, legt beide etwas übereinander und schweisst. — Bei einigen stählernen Werkzeugen wird oft wenigstens die Angel (das im Hefte oder Griffe steckende Ende) aus Eisen gemacht, um mehr Zähigkeit und Widerstand gegen das Abbrechen zu erlangen; so z. B. bei den Säbelklingen. Man schmiedet hier die Angel als ein gerades Stäbchen aus, faltet es, legt die Klinge ein und schweisst alles zusammen.

Als Beispiel für das Anhäufen des Eisens durch Schweissen behufs Erzeugens grösserer Schmiedestücke möge das Verfahren angeführt werden, welches Mc Lean für das Anfertigen grosser geschmiedeter Kurbelwellen empfiehlt.[2]) Das Bilden des Schaftes A, Fig. 39, aus einzelnen Schweissplatten, sowie das Gestalten des Vierkantes, welches für das

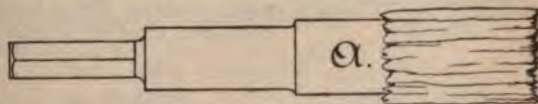


Fig 39.

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 310 m. Abb.
[2]) Engineering, Aug. 1879, S. 137, S. 147 m. Abb.
Civilingenieur 1881, Bd. 27, Heft 6 m. Abb.

Wenden des Werkstückes benutzt wird, kann übergangen werden. Nachdem das zuletzt Aufgeschweisste, bei *B*, Fig. 40 gut vierkantig ausgeschmiedet worden

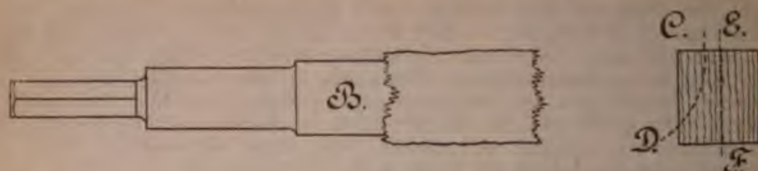


Fig. 40.

ist, streckt man dasselbe winkelrecht zur Längenrichtung der zu erzeugenden Welle **auf einer Seite** nach der Linie *DC* aus, so dass die durch Fig. 41

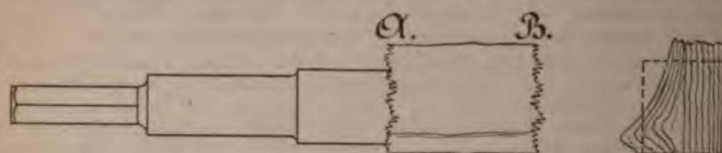


Fig. 41.

zwischen *A* und *B* abgebildete Gestalt entsteht. Man legt nun auf die erzeugte hohle Fläche, nach Fig. 42 und 43, drei gut ausgeschmiedete Schweissplatten *S*,

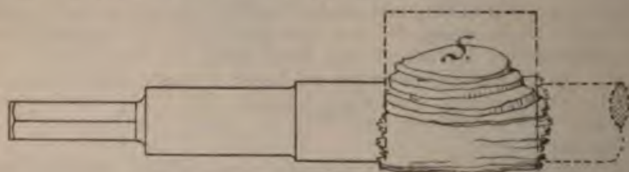


Fig. 42.

und zwar unter Einschaltung einiger Eisenbrocken, sodass die zum Erhitzen dienenden Feuergase rasch die ganze Schichtung schweisswarm zu machen vermögen. Nachdem solches erreicht ist, werden die Platten *S* mittels des Dampfhammers angedrückt und die betreffende Seite des Schmiedestücks geebnet. Man kehrt letzteres sodann um, streckt die andere Seite gerade so wie die erste, und schweisst drei Platten auf (Fig. 44). Dann wird die erste Seite (Fig. 45) und hierauf wieder die zweite Seite (Fig. 46) in gleicher Weise behandelt u. s. f.

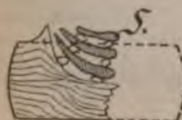


Fig. 43.

Hierdurch entsteht allmählich ein für die Ausbildung der Kurbel genügend grosser Klumpen, den man durch Ab-

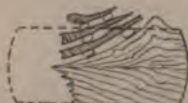


Fig. 44.



Fig. 45.



Fig. 46.

schroten überflüssigen Eisens und sonstiges Behandeln unter dem Hammer die äusserliche Gestalt giebt (die Kröpfung wird später ausgeschnitten), auch durch

Fortsetzen des Schweissens in der Längenrichtung der Welle mit dem anderen Schaftteil versieht. Mc Lean nimmt für die auf solchem Wege erzeugten Wellen eine grössere Widerstandsfähigkeit in Anspruch, als den, lediglich durch Aufeinanderschweissen der Schweissplatten in stets gleicher Richtung erzeugten eigen ist, indem derselbe die Gefügerichtung in letzteren für weniger gut hält, als diejenige in ersteren. Salmon widerspricht dem[1]) wohl mit Recht. Es dürfte die grössere Festigkeit der Schweissung weniger in der Richtung der Schichten als darin zu suchen sein, dass jede einzelne Schweissfuge, also auch die bei dem Zusammendrücken unvermeidlich zurückbleibende Schlackenschicht in erheblicherem Grade gestreckt wird (I, 453), als bei den älteren Verfahren. Andere Beispiele des Schweissens findet man in der Quelle.[2])

Für die Anwendung der verschiedenen Schmiedeverfahren liefert die Herstellung der Lokomotivteile, der Speichenräder wie auch diejenige der schmiedeisernen Scheibenräder für Eisenbahnwagen besonders lehrreiche Beispiele.[3])

Wenn eine Schweissung gut gelungen ist, so bemerkt man an der Verbindungsstelle (Schweissstelle) nach dem Abfeilen entweder gar keine Spur der ehemaligen Zweiteilung, oder höchstens eine feine schwärzliche Linie (Schweissnaht). Wo Stahl und Eisen nebeneinander liegen, erkennt man jedoch auf der blanken Fläche den ersteren durch seine mehr gelblich- oder rötlichgraue Farbe, welche gegen die rein graue des Eisens bei aufmerksamer Betrachtung etwas absticht; auf fein geschliffenen Flächen zeigt auch der Stahl einen besseren Glanz als das daneben liegende Eisen. An Festigkeit verliert das Eisen durch die Schweissung dann, wenn es überhitzt oder wenn die geschweisste Stelle nicht weiter überschmiedet worden ist; in diesen Fällen bildet sich nämlich ein wenig haltbares grobkörniges Gefüge (vergl. auch I, 453).

B. Walzen.

In weniger zahlreichen Fällen verwendet man Walzen zum Verfertigen anderer Gegenstände als Stäbe und Blech.

Die Notwendigkeit, kostspielige Maschinen herzustellen, welche denn doch meist nur für Gegenstände einer einzigen Gestalt und Grösse dienen können, während die Erzeugung durch Schmieden nichts als sehr einfache Werkzeuge erfordert und jede beliebige Abänderung gestattet, beschränkt die Anwendung des Walzens; wogegen freilich im besondern Falle die weit schnellere Erzeugung, die Gleichförmigkeit und oft vollkommenere Ausbildung der gewalzten Gegenstände, verglichen mit den geschmiedeten, überwiegenden Wert haben kann.

Am nächsten steht dem gewöhnlichen Walzverfahren das Auswalzen ringförmiger Gegenstände, z. B. Radreifen der Eisenbahnfuhrwerke u. dgl. Es entspricht dem (I, 324) beschriebenen Aufweiten der Lokomotivsiederöhren.

Um demnächst das fertige Werkstück anstandslos abheben zu können, verwendet man für das vorliegende Verfahren Kopfwalzen, d. h. solche, bei welchen der wirksame Teil ausserhalb der Lagerungen sich befindet, verjüngt das Kaliber lediglich durch Nähern der Walzen, verzichtet also auf einen seit-

[1]) The Engineer, April 1880, S. 269 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1887, **263**, 363 m. Abb.
[3]) Z. d. V. d. I. 1872, S. 161 m. Abb., S. 231 m. Abb.
The Engineer, Juli 1882, S. 44 m. Abb.

lichen Druck auf das Werkstück, weshalb entsprechende Vorbereitung des letzteren notwendig ist.[1])

Eine zweite Gruppe der hierher gehörenden Verfahren besteht in dem Erzeugen verschieden grosser Querschnitte an den sonst in gewöhnlicher Weise gewalzten Gegenständen.

Die keilförmigen Blätter der Wagenfedern können in einem Walzwerke verfertigt werden, dessen Walzen ausserachsig, d. h. so mit ihren Zapfen verbunden sind, dass die letzteren ausserhalb des Mittelpunktes der Endflächen sitzen. Die Anordnung ist so getroffen, dass die am weitesten von den Drehungsachsen entfernten Teile der Walzenumkreise bei jeder Umdrehung miteinander zusammentreffen. Dadurch kommt es, dass der Zwischenraum zwischen den Walzen sich abwechselnd verengt und erweitert, mithin die gewalzten Eisen- oder Stahlschienen in regelmässiger Abwechselung dünnere und dickere Stellen erhalten. An den dünnsten und an den dicksten Stellen abgehauen, sind die Blätter bis auf das Biegen vollendet.[2])

Wenn man die zwei Walzen eines gewöhnlichen Walzwerkes mit beliebig gestalteten Vertiefungen versieht, welche derartig geordnet sind, dass bei der Umdrehung die Vertiefungen der einen Walze mit jenen der andern regelmässig zusammentreffen, so entstehen Höhlungen, welche auf ähnliche Weise wirken, wie ein zweiteiliges Schmiedegesenk, indem das zwischen die Walzen eingelassene Eisen genötigt wird, sie auszufüllen und die Gestalt derselben anzunehmen. Auf diese Weise hat man mehrfältig versucht, Nägel, Messerklingen, Löffel[3]), Scheren, Schaufeln[4]), Hufeisen, sowie allerlei kleine Eisen- und Stahlgegenstände zu erzeugen. Dabei kann im allgemeinen das Verfahren ein doppeltes sein: entweder wird ein Stab, eine Schiene in das Walzwerk eingeführt, auf welche sich beiderseitig die Vertiefungen der Walzen abdrucken und Erhöhungen bilden, welche zusammen den beabsichtigten Gegenstand darstellen, jedoch umschlossen von einer durch das Walzen dünner gewordenen Eisenfläche, deren Wegnahme dann noch erfolgen muss; oder es werden Eisenstücke annähernd in der gewünschten Gestalt vorgeschmiedet, die man dann zwischen den Walzenvertiefungen nur vollenden lässt, gleichwie in einem Doppelgesenke, und in diesem Falle wird ein geringerer Grat die fertigen Stücke einfassen, der aber ebenfalls noch zu beseitigen ist. Enthält die eine Walze vertiefte Verzierungen, während die andere glatt ist, so lassen sich einseitig erhabene Verzierungen u. dgl. erzeugen.

Es werden neuerdings von einem rheinischen Eisenwerke auf gleichem Wege erzeugte, teilweise sehr reich gegliederte Gesimsleisten geliefert.

Zuweilen entschliesst man sich, z. B. für das Auswalzen der Messerklingen, zur Anwendung kleiner Kehrwalzen. Hierdurch wird möglich, die beabsichtigte Umgestaltung durch mehrere Hin-, bezw. Herbewegungen hervorzubringen. Die Walzen erfahren ihre schwingende Drehung durch Kurbel und Lenkstange, oder auch durch den Mangelrädern ähnliche Betriebsteile.

Gegenstände von kreisrundem Querschnitte (aber ungleicher Dicke an verschiedenen Stellen) können in einem vereinfachten Walzwerke erzeugt werden, welches nur eine Walze und statt der zweiten ein diese Walze zu reichlich ein Drittel des Umfangs umschliessendes hohles, festliegendes Backenstück enthält. Zwischen beiden wird bei der Umdrehung

[1]) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1852, Bd. 7, S. 133 m. Abb.
Engineering, Juli 1868, S. 5 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1875, S. 27 m. Abb.
D. p. J. 1856, **141**, 417; 1875, **215**, 492 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1823, **9**, S. 162.

[3]) Wiebe, Skizzenbuch, 1862, Heft 2.

[4]) Genie industr., Dezember 1862, Bd. I, S. 295 m. Abb.
D. p. J. 1863, **169**, 29 m. Abb.

der Walze das hineineingebrachte Eisen mit rollender Bewegung fortgeführt und dabei in die zweckmässig ausgearbeiteten Furchen hineingepresst.[1]) Verwandt hiermit ist das Bearbeiten solcher Gegenstände zwischen drei gleichgestalteten Walzen.[2]) Indessen gelingt diesen, wie jener einzigen Walze, das Verdrängen des Stoffes, welches hier nur in der Richtung der Walzenachsen stattfinden kann, nur unvollkommen. Es würde solches eher erreicht werden, wenn die Verdickungen der Walzen gleichsam keilförmig aufgelegt werden. Hierfür dürften jedoch die Walzenumfänge nicht genügen. Man hat daher zum Erzeugen von Wagenachsen, Bolzen u. s. w. die betreffenden keilförmigen Gestalten auf zwei einander gegenüberliegenden Platten angebracht, welche mit gleicher Geschwindigkeit, aber in entgegengesetzter Richtung verschoben und an derjenigen Stelle, an welcher das Werkstück umgewälzt wird, durch Walzen zusammengedrückt werden.[3])

An dieser Stelle ist auch des Schrägwalzens[4]) zu gedenken, welches möglicherweise zu grosser Anwendungsfähigkeit gelangt.

Vom Walzen eiserner Röhren wird am Schlusse dieses Kapitels (Anhang zur Drahtfabrikation) die Rede sein.

Dritte Abteilung.

Draht, Streifen und Röhren.

1. Erzeugen des Drahtes.[5])

Draht kann aus allen dehnbaren Metallen verfertigt werden; jedoch ist dieses hauptsächlich mit Eisen und Stahl, Kupfer, Messing und Tombak, Neusilber, Silber und Gold der Fall. Platin-, Aluminium-, Zink- und Bleidraht haben eine sehr beschränkte Anwendung; Zinndraht kommt nicht im Handel vor. Der Draht ist, hinsichtlich der Gestalt seines Querschnittes betrachtet, am gewöhnlichsten rund. Im Handel werden auch wenig andere Arten angetroffen; mehrere werden aber in den Werkstätten zur unmittelbaren weitern Verarbeitung erzeugt. So giebt es ovalen, viereckigen oder quadratischen, flachviereckigen oder rechteckigen, trapez-

---

[1]) The Engineer, August 1882, S. 79 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1870, **197**, 477 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1863, **169**, 29 m. Abb.; 1888, **268**, 390 m. Abb.
Engineering, Mai 1888, S. 510 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1870, **199**, 93 m. Abb.; 1871, **202**, 496 m. Abb.; 1877, **223**, 109.
D. p. J. 1887, **265**, 542 m. Abb.; 1888, **269**, 454, 503 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1888, S. 82, 169, 206, 260, 570, 842, 863 m. Abb.
Bayer. Industr. u. Gewerbebl. 1888, S. 78 m. Abb.
[5]) Prechtl, Technolog. Encyklop. 1833, Bd. 4, S. 141 m. Abb.
Fehland, Fabr. d. Eisen- und Stahldrahtes, Weimar 1886.

förmigen, dreieckigen, halbrunden, halbmondförmigen, sternförmigen, rosenförmigen Draht, und noch einige andere eigentümliche Arten, von welchen weiter unten zu sprechen Veranlassung sein wird. Alle Drähte, deren Querschnitt eine andere Gestalt als die des Kreises hat, fasst man unter dem Namen Form-Draht oder Dessin-Draht zusammen.

Fehlerfreier Draht hat an allen Stellen seiner Länge einerlei Dicke und einerlei Gestalt des Querschnittes, ist auf der Oberfläche glatt, ohne Furchen, Risse und Schiefer, im Innern von gleichförmigem, nicht durch unganze Stellen unterbrochenen Gefüge, und besitzt so viel Biegsamkeit und Zähigkeit, als die natürliche gute Beschaffenheit des Metalles, woraus er besteht, nur irgend gestatten kann, bricht daher erst nach wiederholtem Hin- und Herbiegen ab, und trägt, ohne zu zerreissen, ein verhältnismässig bedeutendes Gewicht.

Für die Feinheit des Drahtes — in welcher Beziehung ausserordentlich grosse Verschiedenheiten stattfinden — lassen sich keine feststehenden Grenzen angeben; doch kann man sagen, dass im allgemeinen Drähte über 10 *mm* und unter 0,2 *mm* Dicke wenig vorkommen. Die hauptsächlichste Ausnahme machen jene feinen Silberdrähte, welche zu den Gold- und Silbergespinsten, Tressen u. s. w. verarbeitet werden und deren Dicke zum Teil nur 0,04 bis 0,05 *mm* beträgt. Man bezeichnet im Handel die Feinheits-Abstufungen der Drähte zwar allgemein durch Nummern; allein diese Bezeichnung ist durchaus willkürlich, fast in jeder Fabrik anders, und es kann daher mit der Angabe einer Draht-Nummer nur dann ein Begriff verbunden werden, wenn man weiss, auf welcher Grundlage die betr. Numerierung erfolgt ist (I, 43).

Das Verfertigen des Drahtes geschieht in der Regel mittels des Ziehens (I, 293); nur dickere Drähte werden durch Walzen erzeugt (I, 322).

Beim Drahtziehen wird der in Draht zu verwandelnde Stab, oder der durch fortgesetztes Ziehen zu verdünnende Draht mit einem Hammer, wenn er dünn ist mit der Feile, zugespitzt, durch ein Ziehloch gesteckt, an dessen anderer Seite mit einer Zange oder auf andere Weise erfasst und dann mit angemessener Geschwindigkeit allmählich durchgezogen. Die Bearbeitung wird in folgenden Ziehlöchern, von denen jedes kommende kleiner ist als das vorhergehende, so lange wiederholt, bis der gewünschte Grad von Feinheit erreicht ist. Die Drahtzieheisen, deren eins oft 60 bis 100 und noch mehr Löcher enthält, sind an Grösse sehr verschieden. Zum Ziehen der dicksten Drähte hat man sie 45 bis 60 *cm* lang, 8 bis 15 *cm* breit und ungefähr 25 *mm* dick; die kleinsten Zieheisen sind 7 bis 15 *cm* lang, 3 bis 5 *cm* breit und 4 bis 5 *mm* dick. Die Zieheisen der grössten Art macht man aus Schmiedeisen, welches auf einer Fläche mit einer starken Decke von aufgeschweisstem Stahle überzogen ist; diese Eisen werden nicht gehärtet; aber man wählt dazu, um den Löchern grosse Dauerhaftigkeit zu geben, eine schon von Natur sehr harte (kohlenstoffreiche) Stahlart, öfters selbst den sogenannten wilden Stahl (S. 6). Die kleineren Zieheisen bestehen gänzlich aus Stahl, und werden teils gehärtet, teils nicht. Im letzteren Falle erweitern sich zwar die Löcher — durch die Abreibung, welche der durchgezogene Draht verursacht — ziemlich bald; aber man hat den Vorteil, sie durch vorsichtiges Hämmern, rings um ihren Umkreis, wieder verkleinern zu können. Die Löcher der Drahtzieheisen müssen regelmässig von Gestalt und so glatt wie möglich sein. Sie sind im allgemeinen trichterartig, nämlich

an der Rückseite, von welcher der Draht eintritt, versenkt, von da an auf eine kleine Strecke gleich weit (oder nur sehr wenig verjüngt), endlich auf der Vorderseite oft wieder ein wenig erweitert. Sie werden mit einer Art Durchschlag oder Dorn durchgeschlagen; wenn sie klein (und rund) sind aber gebohrt. Die allerfeinsten Löcher kann man nicht so klein bohren, als sie sein müssen; man klopft sie daher mit einem Hammer, der eine abgerundete Spitze besitzt, fast gänzlich wieder zu, und reibt sie mit einer zarten, durch die Versenkung der Rückseite eingeführten Stahlspitze von neuem zur gehörigen Grösse auf. — Es ist mit Erfolg versucht worden, statt der Zieheisen zu feinem Drahte gebohrte harte Edelsteine (namentlich Rubine oder Saphire), in Messingplättchen oder anderweitig gefasst, anzuwenden; solche Steinlöcher (welche ungemein hart und dauerhaft sind) gebraucht man zum Teil bei der Erzeugung sehr dünner Gold- und Silberdrähte. Aluminiumdrähte zieht man durch in Diamant gebohrte Löcher.

Beim Ziehen des Drahtes soll in gewöhnlichen Fällen die Verdünnung bloss durch Zusammendrücken und Verschieben der Metallteile bewirkt werden; ein Ziehloch, welches Teile des Drahtes abschabt, ist fehlerhaft (rauh oder schartig). Doch gilt dies, streng genommen, nur vom Ziehen des runden Drahtes; denn bei Formdraht ist es oft unvermeidlich, dass die einspringenden Ecken oder Spitzen der Ziehlöcher feine Spänchen abschaben. Die Verdünnung des Drahtes hat notwendig eine Verlängerung desselben zur Folge; allein ausserdem findet auch eine aus der Zusammendrückung hervorgehende Verdichtung statt, daher eine Zunahme des Einheitsgewichtes. Wenn keine Nebenumstände ins Spiel kämen, so müsste die Länge des Drahtes in eben dem Masse zunehmen, wie der Flächenraum des Querschnittes oder das Quadrat des Durchmessers abnimmt; d. h. ein auf die Hälfte, das Drittel, Viertel u. s. w. der Dicke verdünnter Draht müsste genau 4, 9, 16 . . . . mal so lang geworden sein, als er anfangs war. Da aber ein Teil der Verdünnung auf Rechnung der Zusammendrückung kommt, so sollte die wirkliche Verlängerung unter jener berechneten bleiben; die Nachstreckung des Drahtes vor dem Zieheisen (durch die hier wirkende Zugspannung) wirkt indessen vermindernd, aufhebend oder gar überwiegend entgegen: und so kommt es, dass die wirkliche Länge der berechneten oft ganz genau gleich, oft sogar ein wenig grösser als diese ist. Die Metalle erleiden durch das Ziehen eine solche Veränderung ihres Gefüges, dass dieses desto vollkommener faserig wird, je öfter das Ziehen sich wiederholt: mit dieser Erscheinung ist meist eine höchst auffallende Vermehrung der Reissfestigkeit verbunden, daher ein Draht beim Dünnerziehen weniger leicht abreisst, als ein nur gegossenes oder geschmiedetes Stäbchen des nämlichen Metalles beim ersten Ziehen, wenn auch beide von einerlei Dicke sind und durch das nämliche Loch gezogen werden. Indem aber durch das Ziehen (welches jederzeit kalt, d. h. ohne äussere Erwärmung, vorgenommen wird) die Metallteile in eine gewissermassen unnatürliche Lage verschoben werden, nimmt der Draht (mit Ausnahme der weichsten Metalle: Zink, Zinn, Blei) schnell an Härte und Steifheit zu, an Dehnbarkeit ab; ja er wird früher oder später sogar spröde und reisst beim fortgesetzten Ziehen sehr leicht ab, wenn man ihm nicht durch Ausglühen (oder wenigstens starke Erhitzung, falls der Draht sehr dünn ist) seine Weichheit und Geschmeidigkeit wiedergiebt, womit aber auch ein beträchtlicher Teil der Reissfestigkeit verschwindet.

Je härter das Metall ist, desto mehr wächst der beim Ziehen auftretende Widerstand, unter übrigens gleichen Umständen; daher ist ein durch Ziehen schon hart gewordener (hartgezogener) Draht schwerer zu ziehen, als ein durch Glühen erweichter (ausgeglühter). Man kann durchschnittlich annehmen, dass für gleich dicke Drähte und gleich grosse Ziehlöcher die Ziehungs-Widerstände in folgendem Verhältnisse stehen: Hartgezogener Stahldraht 100, hartgezogenes

Eisen 88, hartgezogenes Messing 77, geglühtes 14karatiges Gold 73, geglühter Stahl 65, hartgezogenes Kupfer 58, geglühtes 12lötiges Silber 58, geglühtes 14lötiges Silber 54, geglühtes Messing 46, geglühtes Eisen 42, geglühtes Platin 38, geglühtes Kupfer 38, geglühtes feines Silber 34, Zink 34, geglühtes feines Gold 27, Zinn 11, Blei 4. Je grösser der Unterschied zwischen den Durchmessern des Drahtes und des Ziehloches ist, desto mehr Metallteile müssen, um die Verdünnung zu bewirken, aus ihrer Lage geschoben werden, und desto bedeutenderer Widerstand wird hieraus hervorgehen. Es scheint, dass der Ziehungswiderstand im geraden Verhältnis zur Grösse der ringförmigen Fläche steht, um welche der Drahtquerschnitt beim Ziehen sich vermindert. Mit wachsender Geschwindigkeit des Ziehens nimmt der Widerstand zu, wenn alles übrige gleich ist; doch scheint die Geschwindigkeit erst dann sehr merklichen Einfluss zu gewinnen, wenn sie nicht mehr ganz gering, oder wenn der Draht von erheblicher Dicke ist. Die Gestalt der Ziehlöcher hat ohne Zweifel Einfluss auf die Grösse des Widerstandes, und es ist vorauszusetzen, dass ein schlank verjüngtes Loch, welches die Verdünnung des Drahtes mehr allmählich bewirkt, geringeren Widerstand hervorbringen wird, als ein solches von entgegengesetzter Beschaffenheit.

Für Eisendraht fand Karmarsch, wenn die Verdünnung (das Verhältnis der Durchmesser = dem Verdünnungsfaktor) 0,92 betrug: bei vorher ausgeglühtem Draht 24 *kg*, bei durch wiederholtes Ziehen bereits hart gewordenem Draht 50 *kg* Widerstand für 1 *qmm* Querschnitt des gezogenen Drahtes.

Der Draht erfährt im Ziehloch seine Verdichtung vorwiegend an seiner Oberfläche. Diese Verdichtung ruft, wenigstens zum Teil, die Steigerung der Reissfestigkeit hervor. Demnach ist die Festigkeit des Drahtinnern eine andere als diejenige des Umfangs und unmöglich, für die Berechnung der Reissfestigkeit von Drähten verschiedener Dicke aus demselben Metalle eine allgemein giltige Wertziffer (z. B. die Festigkeit für 1 *qmm*) aufzustellen, selbst wenn von der verschiedenen Güte des Metalles an sich abgesehen werden könnte. Man muss sich vielmehr die Festigkeit $= f$ *kg* eines Drahtes von d *mm* Durchmesser zusammengesetzt denken aus einem Teile, welcher im graden Verhältnis zur Querschnittsfläche oder dem Quadrate des Durchmessers, und einem Teile, welcher im Verhältnisse des unmittelbar der Wirkung des Zieheisens ausgesetzten Umfanges oder zum Durchmesser steht. Es wird sonach $f = \alpha d^2 + \beta d$ zu setzen sein, in welcher Formel α und β aus der Erfahrung abzuleitende Wertziffern sind. Setzt man $d = 1$, so wird $f = \alpha + \beta$, womit die Zerreissungsfestigkeit eines Drahtes von 1 *mm* Dicke in Kilogrammen ausgedrückt wird. Nach vorliegenden Versuchen können für α und β die in folgender Tafel (S. 233) aufgeführten Werte angenommen werden.

Für den praktischen Betrieb des Drahtziehens sind mehrere Umstände von Wichtigkeit. Dahin gehört zunächst die Geschwindigkeit des Drahtes bei seinem Durchgange durch die Ziehlöcher. Diese darf weder zu klein sein, weil dann die Leistung zu gering ausfällt, noch zu gross, weil dann nicht die nötige Zeit zur neuen Anordnung der Metallteile gelassen ist, der Draht stecken bleibt und abreisst. Harte Metalle und dicke Drähte erfordern daher die geringste Geschwindigkeit. Eisen- und Messingdrähte von ungefähr 6 *mm* Dicke können zweckmässig mit 25 bis 30 *cm*, solche von 2 *mm* mit 75 bis 90 *cm*, von 1 *mm* mit 1,25 bis 1,5 *m* in der Sekunde gezogen werden; bei sehr feinen Drähten, besonders aus weichen (aber festen) Metallen, als Kupfer, Silber, kann die Geschwindigkeit noch höher steigen. Übrigens hängt die Geschwindigkeit auch wesentlich von dem Grade der Verdünnung ab, welche der Draht im Ziehloche erfährt; denn je mehr der Durchmesser des Drahtes jenen des Loches übertrifft, desto weniger leicht erfolgt die nötige Verschiebung der Metallteile, desto mehr Zeit erfordert sie, und desto kleiner muss also die Geschwindigkeit sein.

Arten der Drähte:	Ungeglüht			Geglüht		
	α	β	α + β oder Festigkeit bei 1 *mm* Dicke	α	β	α + β oder Festigkeit bei 1 *mm* Dicke
Gold, 14karatig (0,583 fein)	62,5	11,5	74	48	7	55
Stahl	50	21	71	45	3	48
Eisen, Klaviersaiten . . .	50	18	68	34	5	39
„ bestegewöhnliche Drähte	50	12,5	62,5	26	3	29
„ gute „ „	46	11,5	57,5	—	—	—
„ gewöhnliche Drähte . .	36	18	54	22,5	5	27,5
Neusilber (Argentan) . . .	36,5	21	57,5	36,5	3,5	40
Silber, 12lötig (0,750 fein) .	39,5	16,5	56	25,5	8	33,5
Messing, gewöhnliche Drähte	43	8	51	22,5	5,5	28
„ Klaviersaiten . .	39,5	5,5	45	27,5	2	29,5
Kupfer	27,5	7,5	35	18,5	0	18,5
Platin	17,5	9,5	27	14,5	7,5	22
Silber, fein	19	7,5	26,5	13	1,5	14,5
Gold, fein	14,5	5	19,5	12	1,5	13,5
Zink	10	1,75	11,75	—	—	—
Blei	1,9	0	1,9	—	—	—
bis . .	1,25	0	1,25	—	—	—
„ durchschnittlich:						
„ hartes	1,75	0	1,75	—	—	—
„ weiches	1,35	0	1,35	—	—	—

Durch das Glühen verliert der Draht diese Ungleichförmigkeit und grössere Festigkeit.

Das Verhältnis der Durchmesser zweier aufeinander folgender Ziehlöcher wird bedingt: a. durch die Abstufungen der Feinheit des Drahtes, welche im Handel begehrt sind; b. durch die Ziehbarkeit der Metalle. In letzterer Beziehung muss berücksichtigt werden, dass eine grössere Abstufung der Löcher einen grösseren Widerstand zur Folge hat, und dass man diesen Widerstand nie so weit anwachsen lassen darf, dass der Draht zu leicht in Gefahr kommt, abzureissen. So viel ist klar, dass die Metalle einen grösseren Unterschied der Ziehlöcher desto leichter ertragen, je grösser ihre Reissfestigkeit und zugleich ihre Weichheit ist. Diese Eigenschaften schliessen aber einander bis zu einem gewissen Grade aus, indem die weichsten Metalle auch zugleich die am leichtesten zerreissbaren sind. Es giebt daher nur wenige Metalle, welche eine grosse Festigkeit mit nicht zu grosser Härte vereinigen, und diese haben die grösste **Ziehbarkeit**, d. h. sie ertragen die grösste Verdünnung auf einen Zug, oder sind, bei gleichem Grade der Verdünnung, am wenigsten der Gefahr des Abreissens unterworfen. Die Härte der Metalle wird, vergleichungsweise und für diesen Zweck genau genug, durch die Grösse des Widerstandes ausgedrückt, den gleich dicke Drähte, durch das nämliche Loch gezogen, leisten.

In der folgenden Tafel sind, nach einer Reihe von Versuchen unter übereinstimmenden Umständen, die Ziehungswiderstände für verschiedene Metalle angegeben. Daneben sind die Reissfestigkeiten der nämlichen Drähte gestellt. Teilt man die letzteren Zahlen durch die ersteren, so erhält man eine Zahl,

die den Ausdruck für die Grösse der Ziehbarkeit (in obigem Sinne) da weil diese Eigenschaft im geraden Verhältnisse der Festigkeit und im kehrten Verhältnisse der Härte wächst.

	Ziehungs-Widerstand kg	Reiss-festigkeit kg	Ziehbarkeit
Eisen, geglüht	5,5	22,5	4,1
Stahl, desgleichen . . .	8,5	34,5	4,1
Messing, desgl.	6	18	3,0
14karat. Gold, desgl.. .	9,5	26,5	2,8
Eisen, hart gezogen . .	11,5	30	2,6
Messing, desgl.	10	25,5	2,5
Kupfer, desgl.	7,5	19	2,5
Stahl, desgl.	13	31,5	2,4
Kupfer, geglüht. . . .	5	12	2,4
12löt. Silber, desgl. . .	7,5	17,5	2,3
Platin, desgl.	5	11,5	2,3
fein Gold, desgl. . . .	3,5	7,5	2,1
fein Silber, desgl. . . .	4,5	9,5	2,1
Zink	4,3	8,8	2,1
Blei	0,56	1,0	1,8
Zinn	1,5	1,8	1,2

Diese Reihenfolge wird durch die Erfahrung, soweit letztere reicht, tigt. Man sieht daraus, dass die Ziehbarkeit des Stahles und des Eise bedeutend (von 4,1 auf 2,4 und 2,6), die des Messings aber viel wenig 3,0 auf 2,5) abnimmt, wenn diese Metalle anhaltend gezogen (und dadu grösserer Härte begabt) werden; ferner dass die Ziehbarkeit des Kupfer lich unverändert bleibt. Dem Kupfer gleich verhalten sich das feine Go Silber; dagegen nehmen 12lötiges Silber und 14karatiges Gold durch da ziehen bedeutend an Ziehbarkeit ab. Hierdurch entsteht die Notwen Eisen, Stahl, Messing, stark legiertes Silber und Gold nach mehreren wieder auszuglühen, während dies bei Kupfer, feinem Silber und feinem weniger oder nicht erforderlich ist.

Die Erfahrung hat noch keine Zahlen geliefert, woraus zu ersehe wie weit im äussersten Falle die Verdünnung der verschiedenen Metalle ein einziges Ziehloch getrieben werden könnte. Die Kenntnis dieses Um würde übrigens nur von theoretischem Interesse sein, da die oben angeg Rücksichten notwendig machen, dass man stets von der grössten möglich dünnung weit entfernt bleibe. Demzufolge richtet man die Zieheisen dass jedes Loch nicht weniger als 0,85 bis 0,97 des unmittelbar vorher den im Durchmesser hat. Als Gesamt-Durchschnittszahl kann man 0, nehmen. In der Regel aber ist dieser Bruch, welchen wir den Verdün faktor nennen, grösser bei dicken, und kleiner bei dünnen Drähten. D wirkt, dass die Sprünge von einer Drahtnummer zur folgenden bei Drähten nicht zu gross, bei feinen nicht zu klein werden, wie es der Fa würde, wenn man durch die ganze Reihe den nämlichen Verdünnung beibehielte. — Nennt man n die Anzahl Nummern in einer Reihe, D die der gröbsten und d die Dicke der feinsten Nummer (beide in Millimete giebt der Ausdruck

$$p = \sqrt[n-1]{\frac{d}{D}}$$

den durchschnittlichen Verdünnungsfaktor, aus dessen Grösse man ein über die Feinheit der Dickenabstufungen im ganzen betrachtet, herleiten Um von den hierin vorkommenden Verschiedenheiten einen Begriff zu diene folgende Zusammenstellung von Dickenreihen, welche zugleich üb Umfang derselben und die gebräuchlichen Drahtstärken Auskunft versch

Draht-Gattungen	Anzahl der Nummern	Dicke in *mm*		Durchschnittl. Verdünnungs-Faktor
		gröbste Nummer	feinste Nummer	
	n	D	d	p
Eisendrähte, gewöhnliche . .	40	11,53	0,10	0,886
" " . .	25	7,00	0,40	0,888
" " . .	44	11,68	0,08	0,891
" " . .	36	6,60	0,13	0,894
" " . .	31	10,90	0,52	0,903
" " . .	36	9,40	0,28	0,904
" " . .	42	8,10	0,20	0,913
" " . .	54	18,20	0,18	0,915
" Klaviersaiten . .	15	0,80	0,15	0,887
" " . .	17	1,32	0,21	0,891
" " . .	29	1,12	0,31	0,955
" Kratzendrähte . .	23	1,00	0,37	0,956
" " . .	23	0,52	0,22	0,962
" Seildrähte . . .	17	6,25	1,07	0,896
Stahldrähte, gewöhnliche . .	36	7,49	0,18	0,899
" für Uhrmacher u. s. w.	114	12,55	0,33	0,968
" " " "	106	10,49	0,47	0,971
" Klaviersaiten . .	20	1,47	0,38	0,931
" " . .	15	1,07	0,46	0,941
" " . .	14	1,43	0,66	0,942
" Nadeldrähte . .	24	1,22	0,10	0,898
" Uhrfederdrähte .	16	1,75	0,89	0,956
Messing- und Kupferdrähte .	26	5,60	0,40	0,900
" " " .	62	21,90	0,21	0,927
" " " .	62	18,80	0,19	0,927
" " " .	55	16,60	0,40	0,933
Messingene Klaviersaiten . .	31	1,14	0,25	0,951
Tombak-, Kupfer-, Argentan-Drähte	36	7,40	0,23	0,905
Cementierte Drähte	25	0,59	0,12	0,935
Versilberte Kupferdrähte . .	21	2,89	0,12	0,853
Echte Silberdrähte	10	0,26	0,05	0,833
" "	13	0,41	0,05	0,839
" "	20	0,28	0,04	0,901

Der durchschnittliche Verdünnungs-Faktor würde seine Anwendung finden, wenn der Faktor für alle Stufen der Reihe gleich wäre. Da dies nach obigem nicht der Fall sein soll, so werden am richtigsten die Faktoren einer Nummernreihe derart zu bestimmen sein, dass sie eine geometrische Progression bilden, d. h. jeder folgende durch die Multiplikation des vorhergehenden mit einer gewissen — für die ganze Reihe gleichbleibenden — Zahl z entsteht. Haben n, D und d die ihnen oben beigelegte Bedeutung, so ist demnach zu setzen:

$$\frac{d}{D} = p^{n-1} \cdot z^{\frac{n^2-3n}{2}+1}$$

worin z willkürlich genommen wird, daher sich ergiebt:

$$p = \sqrt[n-1]{\frac{d}{D \cdot z^{\frac{n^2-3n}{2}+1}}}$$

Wenn man mit den praktisch bewährten Ordnungen übrigens im Einklange bleiben will, erscheint als zweckmässigster Wert für z der Bruch 0,998 und es ist folglich jeder Verdünnungsfaktor um $^1/_{500}$ kleiner zu nehmen als der unmittelbar vorhergehende. Der Faktor zwischen der dicksten Drahtnummer und der zweiten ist danach $= p$; zwischen No. 2 und $3 = 0{,}998 \,.\, p$; zwischen No. 3 und $4 = 0{,}998^2 \,.\, p$; dann so fort: $0{,}998^3 \,.\, p$ — $0{,}998^4 \,.\, p$ — $0{,}998^5 \,.\, p$ — u. s. w. bis bei n Nummern der Reihe der letzte Faktor $= 0{,}998^{n-2} \,.\, p$ wird. Beispielsweise auf die in obiger Tafel zuerst aufgeführte (englische) Eisendraht-Reihe von 40 Nummern angewendet, ergiebt diese Berechnung $p = 0{,}9197$ und $0{,}998^{38} \,.\, p = 0{,}8523$.

Man weiss, dass, je feiner die Abstufung der Löcher ist, die Metalle desto weniger an Zähigkeit einbüssen und desto mehr an Elasticität gewinnen; daher zieht man Stahl, Eisen und Messing, um sie auf einen gewissen Grad zu verfeinern, lieber durch viele und wenig voneinander verschiedene Löcher, als durch wenige und stark abgestufte, besonders wenn die Drähte zu Saiten bestimmt sind.

Um beim Gebrauche der Zieheisen zu erforschen, ob ein an die Reihe kommendes Loch, verglichen mit dem vorhergegangenen, den gehörigen Durchmesser habe, misst man entweder: a. das Loch selbst, mittels eines hineingeschobenen schlank keilförmig gestalteten und mit Teilung versehenen Blechstreifens (I, 25); oder b. die Dicke eines versuchsweise durchgezogenen Drahtendes, mittels der Drahtklinke (I, 43), oder c. die Verlängerung, welche ein vorher gemessenes Drahtstück beim Durchgange erleidet, woraus auf die Verdünnung geschlossen werden kann. Man wendet dieses letztere Verfahren besonders bei den feinsten Drähten an, bei welchen die genaue Messung der Dicke Schwierigkeiten hat oder weitläufig ist; und bedient sich dazu eines staffelartig eingeschnittenen Bleches, auf welchem die Länge, die man vor dem Ziehen an dem Drahte abmisst, neben derjenigen, welche er nach dem Zuge haben soll, durch die Einschnitte angegeben ist (Zängelmass der Golddrahtzieher). Bei einem Verhältnisse der Ziehlöcher wie 1 : 0,9 ist das Verhältnis der Drahtlängen wie 1 : 1,23 und die Verlängerung = 0,23 oder beinahe ein Viertel.

Man bewegt die den Draht mit sich führende Zange entweder mittels der Hand, oder mittels einer Vorrichtung, die durch Maschinenkraft angetrieben wird. Es soll, aus leicht ersichtlichen Gründen, die Richtung der wirkenden Kraft möglichst genau mit der Ziehlochachse zusammenfallen. Um die Reibung des Drahtes in den Ziehlöchern zu vermindern, schmiert man denselben mit Öl, Talg, Wachs oder anderen Stoffen.

Von den mechanischen Einrichtungen sind folgende zu nennen: Die Stosszange, die Schleppzange, die Ziehscheibe. Als Zange dient regelmässig eine selbstspannende (I, 568). Die Stosszange wird durch Kurbel und Lenkstange in geraden Gleisen 0,15 *m* bis 1 *m* hin und her bewegt; bei dem Hingange schliesst sich ihr Maul selbstthätig, erfasst den Draht und nimmt ihn mit, bei dem Rückgange öffnet sich das Maul selbstthätig, so dass der Draht in Ruhe bleibt. Da die Maulflächen der Zange gerauht sein müssen (I, 564), so lassen dieselben Spuren am Draht zurück, welche als Zangenbisse dessen Brauchbarkeit schädigen. Die Schleppzange wird 1,5 *m* bis 10 *m* weit in gerader, wagerechter Bahn fortgezogen und nimmt dabei den Draht mit, sodann wird sie leer zurück bewegt. Sie erzeugt deshalb weniger Zangenbisse, als die Stosszange. Die Ziehscheibe ist eine meistens senkrechte Trommel, an welcher mittels kurzer Kette die selbstspannende Zange befestigt ist. Nachdem die Zange an das Drahtende gelegt ist, lässt man die Trommel kreisen, wobei zunächst die Kette, sodann der Draht, und zwar in beliebiger Länge, sich aufwickelt. Die Ziehscheibe erzeugt also nur am Drahtende einen Zangenbiss. Damit der Draht auf der vorher aufgewickelten Kette nebst Zange keine ihn schädigende Verbiegungen erfährt, ist in der Trommel eine Vertiefung für Kette und Zange ausgespart; man verschiebt auch wohl die Trommel in ihrer Achsenrichtung, oder das Zieheisen, teils damit der Draht möglichst neben der Kette aufgewickelt wird, teils um die Drahtwindungen über die Trommel aus-

zubreiten. Die Einrichtung der Ziehscheiben und ihre Anordnung ist übrigens sehr verschiedenartig[1]); zuweilen lässt man den Draht durch zwei oder mehrere hintereinander angeordnete Ziehlöcher gehen.[2])

Sehr dicke Drähte können mittels der Scheibe nicht gezogen werden, wegen ihrer geringeren Biegsamkeit.

Folgende (für den Eisendrahtzug geltende) Übersicht giebt von den indes ziemlich veränderlichen Verhältnissen der Scheiben einen Begriff.

Dicke des Drahtes *mm*	Sek. Geschwindigkeit des Ziehens, *cm*	Durchmesser der Scheibe, *cm*	Umdrehungen in einer Minute	Arbeitsverbrauch für jede Scheibe, Pferdestärken
8	20	55	7	7
6	29	50	11	5
5	35	45	15	4
4	40	37	21	3¼
3	53	35	29	2⅔
2	80	27	56	2
1	153	23	128	1⅙

Der Arbeitsverbrauch kann — wenn alle übrigen Verhältnisse wie vorstehend bleiben — für das Ziehen von Messingdraht auf ⅞ und von Kupferdraht auf ⅔ des angegebenen geschätzt werden. Die Zahlen sind besonders insofern schwankend, als sie in gewissem Grade von der zu Gebote stehenden Kraft abhängen, das heisst, in Rücksicht auf diese oft die Umdrehungszahlen der Scheiben kleiner gewählt werden.

Die Gestalt, in welcher die Metalle dem Drahtzuge überliefert werden, muss der des Drahtes selbst möglichst nahe kommen. Für runden Draht sind demnach runde Stäbe oder Stangen am zweckmässigsten; anders gestaltete (z. B. vierkantige) nehmen nicht nur, weil sie erst noch eine Gestaltsveränderung in den Ziehlöchern erleiden müssen, mehr Arbeit in Anspruch, sondern haben auch den Nachteil, dass sich an den Kanten leicht Teile des Metalles beim Ziehen umlegen und dadurch Veranlassung zu unganzen und schiefrigen Stellen im Drahte geben. Wichtig ist ferner die Wahl des mechanischen Mittels, durch welches die Drahtstäbe hergestellt werden. Die Metallteile erhalten durch das Drahtziehen eine gleichsam fadenförmige Anordnung, und je mehr schon das Gefüge der Stäbe sich jener Beschaffenheit nähert, desto besser und mit desto geringerer Gefahr des Abreissens geht das Ziehen vor sich. Das Abreissen des Drahtes aber, wenn es auch nie gänzlich zu vermeiden ist, soll doch möglichst selten vorfallen, weil es Zeitverlust verursacht und zur Entstehung vieler kurzen Stücke oder Enden Anlass giebt, welche schwer oder gar nicht verkäuflich sind, da man im Handel fordert, dass ein Ring Draht aus möglichst wenig Adern bestehe. (Ausserordentliche Leistungen sind es gleichwohl, wenn z. B. von feinen Eisendrähten — 3400 bis 7000 *m* auf das Kilogramm — Ringe von 40 000 bis 48 000 *m* Fadenlänge in einer einzigen Ader erzeugt wurden.) Unganze Stellen in den Drahtstäben sind, wenn auch klein, doch von bedeutendem Nachteile, weil sie sich mit der Verlängerung des Drahtes sehr ausdehnen und zuletzt eine grosse Länge desselben schlecht oder unbrauchbar machen.

---

[1]) D. p. J. 1882, **244**, 30 m. Abb.; 1883, **250**, 296 m. Abb.; 1884, **254**, 329 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1883, **250**, 296 m. Abb.; 1885, **257**, 87 m. Abb.

Die Verfertigung der Drahtstäbe kann geschehen: a. durch Schmieden (bei Stahl und Eisen). Dieses Verfahren ist günstig für das Gefüge, nur ist die Herstellung runder Stäbe mit Weitläufigkeit verbunden, kostspielig, daher nicht gebräuchlich. — b. Durch Giessen und Abfeilen oder Abschaben (bei Messing und Tombak). Runde Stäbe können auf diese Weise leicht hergestellt werden; aber das kristallinische, mit geringerer Festigkeit verbundene Gefüge der Gussstäbe ist dem Drahtziehen nicht günstig und erfordert anfangs sehr gering abgestufte Ziehlochweiten, um allmählich ein mehr faseriges Gefüge zu erzeugen. Da übrigens auch Stäbe von der genügenden Länge nur ziemlich dick gegossen werden können, so vermehren sie die Arbeit des Drahtzuges und den Arbeitsverbrauch bedeutend, weshalb man dieses Verfahren meist verlassen hat. — c. Durch Giessen und darauf folgendes Schmieden (bei Kupfer, Silber und Gold, als giessbaren Metallen, welche sich glühend hämmern lassen). Das Schmieden verändert das Gefüge auf eine vorteilhafte Weise und vermehrt die Zähigkeit. Unmittelbar vor dem Ziehen werden die Stäbe rein gefeilt. Wegen der unter b. angegebenen Umstände wendet man diese Herstellungsart nur bei Kupferstäben an, welche mit Gold oder Silber, und bei Silberstäben, welche mit Gold überzogen werden, weil die notwendige zarte Schicht des teureren Metalles nur hervorzubringen ist, wenn der Stab anfänglich eine bedeutende Dicke hat; desgleichen aus ähnlichem Grunde bei Kupferstäben, die vor dem Ziehen durch Zinkdämpfe oberflächlich in Messing oder Tombak verwandelt werden. — d. Durch Walzen (bei Eisen und Stahl). Dieses allgemein übliche Verfahren ist, wie das Schmieden, vorteilhaft in Beziehung auf das Gefüge; runde Stäbe lassen sich in dem Stabwalzwerke überhaupt, und im besondern von jeder für den Drahtzug geeigneten Dicke, viel leichter als unter dem Hammer darstellen. — e. Durch Zerschneiden von Blech oder dicken Platten. Im kleinen schneidet man mit einer Handschere von Blech schmale Streifen ab, die man mit der Feile zurundet und dann zieht. Beim fabrikmässigen Betriebe werden von gewalzten Platten oder Schienen ähnliche Streifen mittels einer starken, durch Maschine bewegten Schere, vorteilhafter mittels Schneidwalzen (S. 184) oder Sägen geschnitten (Eisen, Kupfer, Messing, Tombak, Neusilber, Zink, Aluminium). Vor gegossenen und nicht nachgeschmiedeten Stäben haben die geschnittenen den Vorzug grösserer Festigkeit und Zähigkeit; aber gegen geschmiedete oder gewalzte stehen sie in dieser Beziehung zurück. Ausserdem legt sich der an den Schnittflächen unvermeidliche Grat (da ein Abfeilen desselben, der Kosten halber, in der Regel nicht ausgeführt wird) beim Ziehen leicht um und verursacht Unganzheit und Spaltungen im Drahte. Übrigens ist, nach dem obigen, schon die vierkantige (und oft nicht einmal regelmässig quadratische) Gestalt an sich nicht empfehlenswert. Demungeachtet findet sich der Gebrauch geschnittener Stäbchen allgemein, weil dieselben mit geringen Kosten und in so schwachen Abmessungen zu verfertigen sind, dass sie des letzteren Umstandes wegen mit verhältnismässig wenig Arbeit in dünnen Draht ausgezogen werden können.

Die Anlage zu Form-Draht geschieht nie in dicken Stäben, weil man solchen Draht nicht von bedeutender Dicke verfertigt. Man zieht daher entweder runden Draht oder schmale geschnittene Blechstreifen (wie es, nach der beabsichtigten Gestalt, zweckmässiger ist) durch die verschiedentlich geformten Löcher, bis die Ausbildung und Verfeinerung genügend erfolgt ist.

Die Drähte von Stahl, Eisen, Kupfer, Messing, Tombak, Neusilber, Platin, Gold und Silber müssen von Zeit zu Zeit schwach rot geglüht (und vor der Fortsetzung des Ziehens wieder völlig abgekühlt) werden, um neuerdings die verlorene Weichheit zu erlangen. Am häufigsten ist das Glühen nötig bei jenen Metallen, welche ihre Ziehbarkeit schnell vermindern, also bei Stahl, Eisen, Messing, Neusilber, legiertem Golde und legiertem Silber; gutes zähes Kupfer, feines Silber und Gold erfordern nur ein seltenes, die letzteren beiden wohl auch gar kein Glühen. Je

dünner die Drähte schon geworden sind, desto minder oft bedürfen sie des Glühens, teils weil sie durch die Verfeinerung mehr Zähigkeit erlangt haben, teils weil bei dünnen Drähten schon die Erhitzung im Zieheisen das Hartwerden ganz oder wenigstens bis zu gewissem Grade verhindert. Sehr feine Drähte erfordern gar nicht mehr wirkliche Glühhitze, sondern nur eine starke Erwärmung, um völlig wieder weich zu werden.

Das Glühen der Drahtstäbe und Drähte geschieht entweder (selten) auf einem offenen Herde zwischen Kohlen, oder in der Schmiede-Esse, oder in Glühöfen (I, 171). Die ersten beiden Arten sind unvorteilhaft durch grossen Brennstoff-Aufwand und durch die von der Luft bewirkte starke Oxydation (Glühspan-Bildung). Die Glühöfen, welche daher den Vorzug verdienen, sind von verschiedener Bauart. Eisen- und Stahldrähte, welche am meisten Glühspan ansetzen, taucht man vor dem Glühen in Lehmbrei, um sie vor der Einwirkung der Luft zu schützen; oder besser, man verschliesst sie in bedeckten, hohlen eisernen Gefässen (I, 196), welche von der Flamme des Glühofens erhitzt werden.[1])

Um die Menge der zur Bildung des Glühspanes Veranlassung gebenden Luft innerhalb der Glühgefässe zu mindern, setzt man in deren Mitte, soweit ihr Raum nicht von dem ringförmig zusammengebogenen Draht in Anspruch genommen wird, hohle Eisen- oder Thonkörper, gestaltet auch wohl die Gefässe ringförmig, füllt auch den vom Draht nicht eingenommenen Raum mit Sand (I, 200). Andererseits ist vorgeschlagen worden, in das Glühgefäss Stickstoff[2]) oder Kohlenoxydgas[3]) einzuführen, bezw. daselbst zu entwickeln. Andere Vorschläge gehen dahin, das Glühen in Bädern geschmolzener Salze (Chlorkalcium, Natronhydrat, Natronwasserglas)[4]), oder glühenden Bleies[5]), oder mittels eines elektrischen Stromes[6]) vorzunehmen; es scheinen aber diese Vorschläge keine Folge gehabt zu haben.

1) Eisendraht[7]). Man wählt zur Drahterzeugung am besten ein sehr zähes und festes, im Bruche fadiges, nicht unganzes Eisen. Grosse Weichheit desselben wird sehr häufig verlangt und deshalb verwendet man das geschmeidige Flusseisen in grossen Mengen für die Drahterzeugung. Manche Drähte aber verlangen wegen ihrer Verwendung (z. B. zu Woll- und Baumwoll-Kratzen) ein hartes Eisen. Die früher gebräuchliche Art des Eisendrahtverfertigens, nämlich das Ziehen geschmiedeter oder geschnittener Stäbe zuerst mittels Stosszangen, sodann auf Scheiben, ist nunmehr gänzlich abgekommen, und es wird nur gewalztes Rundeisen, ausschliesslich auf Scheiben, zu Draht gezogen. Dieses aber stellt man unter dem Walzwerke in so geringen Dicken und so bedeutenden Längen dar, dass es die Stelle der dicken gezogenen Drähte vertritt, auch unter der Benennung Draht (Walzdraht) in den Handel gebracht wird; in der That sind die jetzt vorkommenden Eisendrähte von 4 bis 6 *mm* oder noch grösserer Dicke Walzdraht, und nur die dünneren Arten gezogen.

---

[1]) D. p. J. 1852, **126**, 277 m. Abb.; 1882, **243**, 318 m. Abb.; 1883, **250**, 298 m. Abb.; 1884, **256**, 449 m. Abb., **257**, 88 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1882, **244**, 32.

[3]) D. p. J. 1879, **234**, 76.

[4]) D. p. J. 1871, **202**, 190.

[5]) D. p. J. 1884, **254**, 331.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 33.
Stahl und Eisen, 1886, S. 14.

[6]) D. p. J. 1877, **223**, 438.

[7]) Karsten, Eisenhüttenkunde, IV. 350.

Das Drahtwalzwerk hat mit dem Stabwalzwerke (S. 180) die grösste Ähnlichkeit. Es besteht aus drei übereinander liegenden Walzen mit ringsherum laufenden Einschnitten oder Furchen (Kalibern), welche zusammen eine Reihe stufenweise an Grösse abnehmender Öffnungen bilden. Die Öffnungen sind, wenn man nur Walzdraht von einerlei Dicke, behufs des Ziehens auf Scheiben, darstellen will, sämtlich quadratisch, bis auf die vorletzte, welche oval, und die letzte, welche kreisrund ist. Die grösste Öffnung hat etwa 25 *mm* im Quadrat, die kleinste 4 bis 7 *mm* im Durchmesser. Mehrere runde Kaliber sind erforderlich, wenn es sich um die Verfertigung der entsprechenden verschiedenen Nummern von Walzdraht handelt. Die Walzen sind z. B. bei 45 bis 60 *cm* Länge 20 bis 23 *cm* dick und machen 225 bis 250 ja bis 400 Umläufe in 1 Minute, sodass das Eisen mit ungefähr 2,7 *m* Geschwindigkeit und mehr auf die Sekunde durchgeht. Das Eisen wird in gewalzten 25 *mm* dicken Quadratstäben von 60 bis 90 *cm* Länge angewendet, welche man im Flammofen weissglühend macht und dann die Kaliber des Walzwerkes der Reihe nach mit solcher Schnelligkeit durchlaufen lässt, dass längstens nach Verfluss einer Minute jeder Stab — rund und auf etwa 10 bis 20 *m* verlängert — noch rotglühend aus dem letzten Einschnitte hervorgeht. Man wickelt diesen Walzdraht sofort auf eine Art Haspel von vier auf einem Kreuze stehenden Eisenstäben, scheuert oder beizt ihn (s. unten) nach dem Erkalten, damit er blank wird, und bringt ihn zu den Ziehscheiben. Neuerlich gebraucht man zur Beschleunigung der Arbeit das Schnellwalzwerk[1]), in welchem das Eisen gleichzeitig auf dem Durchgange zwischen mehreren Walzenpaaren begriffen ist, da man es in ein folgendes Kaliber schon einführt, ehe es das vorhergehende ganz verlassen hat.

Da bei jedem Durchgange der Draht eine erhebliche Verlängerung erfährt, so bilden sich zwischen den beiden Kalibern, welche ihn gleichzeitig bearbeiten, allmählich grösser werdende Schleifen, sofern die Geschwindigkeit der Walzenumfänge dieselbe ist. Soll die Schleifenbildung fortfallen, so müssen die Walzenpaare ihrer Stellung in der Reihe nach eine zunehmende Umfangsgeschwindigkeit haben, die teils durch grössere Umdrehungszahlen, teils durch grössere Durchmesser erreicht wird. Das kommt in Frage, wenn man, wie mehr und mehr gebräuchlich wird, das Umstecken des Drahtendes selbstthätig stattfinden lässt. Es ist jedoch schwer, die Geschwindigkeiten den eintretenden Streckungen gemäss zu bemessen, weshalb die selbstthätigen Umsteckvorrichtungen, welche zugleich den Draht während seines Durchgangs leiten, oft nachgiebig angeordnet sind. Die Walzenpaare werden für den vorliegenden Zweck hintereinander gelegt, so dass der Draht sich einfach geradlinig bewegt, oder über, oder — in ihrer Achsenrichtung — nebeneinander gelegt, so dass der aus einem Walzenpaar hervortretende Draht bogenförmig dem anderen Walzenpaar zueilt. Zuweilen sind auch beide Anordnungen gemischt. Massgebend für die Anordnung ist einerseits die Rücksicht auf Ersparung an Bedienungsmannschaften, andererseits der Preis für die Anlage.

Beispielsweise enthält ein solches Schnellwalzwerk (ohne selbstthätige Umsteckung) 12 Kaliber; die Walzen machen minutlich 300 bis 400 Umläufe, haben

[1]) D. p. J. 1879, **233**, 104 m. Abb.; 1882, **244**, 27 m. Abb., **245**, 249 m. Abb.; 1883, **250**, 293 m. Abb.; 1884, **254**, 54 m. Abb.; 1885, **256**, 89 m. Abb., 402 m. Abb.

23 *cm* Durchmesser (3,6 bis 4,8 *m* sekundl. Umfangsgeschw.) und verarbeiten 4 bis 4,5 *cm* dicke Stäbe, Knüppel, zu 4 bis 6 *mm* dickem Draht mit 40 bis 80 Pferdekräften. Der Gewichtsverlust durch das Erhitzen beträgt 10 bis 12%; die Drahterzeugung beträgt in 24 Stunden 7500 bis 9000 *kg*.

Mit sehr genauen Walzwerken kann man den Draht bis herab zu 3 *mm* Dicke auswalzen.

Behufs weiterer Verfeinerung des Drahtes durch das Ziehen muss der Walzdraht zunächst vom Zunder oder Glühspan befreit werden. Das geschieht entweder durch Beizen allein, oder durch mechanisches Abbröckeln des grössten Teils des Zunders und dem folgendes Beizen.

Für das Abbröckeln des Glühspans benutzt man Rollen, um welche der Draht mehrfach durchgebogen wird[1]), indem zum Beispiel der Draht über drei untere Rollen hinweggeführt wird, zwischen welche zwei obere Rollen so herabhängen, dass 5 mehr oder weniger starke Biegungen hervorgebracht werden, die den Glühspan bis auf kleine Reste ablösen; letztere werden zum grössten Teil auf der Polterbank entfernt.

Zum Beizen dient verdünnte Schwefelsäure (80 bis 100 *kg* Wasser auf 1 *kg* Säure); nach dem Beizen wird der Draht mit Kalkmilch behandelt und gewaschen.

Es wird angegeben, dass man zum Beizen solchen Drahtes, welcher zunächst durch mechanische Behandlung den grössten Teil des Glühspans verloren hat, nur etwa 3 *kg*, dagegen zum Beizen anderen Walzdrahtes (man kann nicht jeden Draht auf die w. o. angegebene Art behandeln) 22 bis 25 *kg* 60° Schwefelsäure für 1000 *kg* Walzdraht gebraucht.

Das Beizen ist lästig, unter anderem auch, weil die gebrauchte Beizflüssigkeit, in Bäche abgelassen, das Wasser derselben für Pflanzen wie Thiere schädlich macht. Es wird der Draht durch das Beizen auch brüchig.[2]) Man ist deshalb bestrebt, möglichst wenig zu beizen, und wendet aus diesem Grunde die w. o. erwähnten, die Bildung des Glühspans mindernden oder fast verhindernden Mittel beim Glühen an. Das ist dermassen gelungen, dass vielfach nur der Walzdraht gebeizt wird, ja es soll unter Umständen ohne Beizung guter Draht erzeugt werden können.[3])

Das Ausziehen des gewalzten Drahtes auf der Scheibe erfordert, um eine Verdünnung von 4,5 auf 1 *mm* Dicke zu bewirken, gewöhnlich 12 Ziehlöcher; zwischen diesen Ziehungen ist ein- bis viermaliges Glühen nötig, je nach Beschaffenheit des Eisens.

Statt der Talgschmiere (S. 236) wendet man wohl eine leichte Verkupferung an (durch Einlegen des blanken Drahtes in Kupfervitriollösung) oder legt den gut gereinigten Draht vor dem Ziehen 15 Minuten in eine Brühe, welche aus 75 Teilen Wasser und 1 Teil auflösbarem Fett besteht. Letzteres ist wie folgt zusammengesetzt: 50 Gewichtsteile Ricinusöl oder 32 Teile Rüböl, 11,5 Teile 66% Schwefelsäure, 17,5 Teile Soda und 100 Teile Wasser.[4])

Der Abfall beim Drahtziehen besteht aus dem Abbrande oder dem Verluste durch Glühspan und aus durch Abreissen entstehenden kurzen Enden. Die Grösse desselben ist nach der Güte des Eisens, sowie nach der grösseren oder geringeren Vollkommenheit der Maschinen und des Verfahrens, sehr veränderlich,

[1]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 245, S. 352 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1871, **202**, 190, **203**, 419; 1875, **215**, 94.
[3]) Vergl. Z. d. V. d. I. 1886, S. 245 u. 246.
[4]) D. p. J. 1883, **250**, 297.

und daher im allgemeinen nicht anzugeben. Der Abbrand darf bei den feinsten Drähten nicht über 10% steigen und kann durch das Glühen in verschlossenen Gefässen (S. 239) bis auf 2% vermindert werden. Gewöhnlich erhält man aus 100 *kg* Eisen 90 bis 92 *kg* gewalzten Draht, und aus 100 *kg* des letzteren 85 bis 90 *kg* verkäuflichen gezogenen Draht.

Im Handel findet sich Eisendraht in zahlreichen Abstufungen der Dicke, s. die Tafel S. 235. Zu besonderen Zwecken bestimmte Eisendrahtarten sind: die eisernen Klaviersaiten, welche durch längeres Ziehen in wenig abgestuften Löchern, und ohne Glühung, einen hohen Grad von Elasticität erlangen; der Kratzendraht, Kardätschendraht zu Woll- und Baumwollkratzen; der Kupferschmieddraht, Kesseldraht (3 bis 8 *mm* dick), zum Einfassen der Ränder an kupfernen Kesseln; der gebrannte (ausgeglühte, daher ganz weiche und biegsame, aber von Glühspan schwarze) Draht für Blumenmacher, Goldarbeiter, Gürtler u. a. m. Von Eisendraht, der 1 *mm* dick ist, gehen ungefähr 162 *m* auf 1 *kg*. — Formdraht aus Eisen kommt für einige Zwecke in Anwendung; so der vierkantige (quadratische) zu Drahtnägeln, der halbrunde (Splintdraht), woraus elastische Vorsteckstifte (Splinte) gebogen werden, der dreikantige, neuerdings auch der ovale (im Querschnitt elliptische), zu Beschlägen für Krempeln.

Verkupferter und verzinnter Eisendraht kommen ebenfalls vor. Wenn die Ziehlöcher recht glatt und in ihrer Aufeinanderfolge wenig an Grösse verschieden sind, so kann ein Draht, welchen man verzinnt hat, recht gut ohne Beschädigung des Zinnüberzuges feingezogen werden, wenigstens durch einige Löcher gehen. Verzinkter Eisendraht (bei welchem jedenfalls das Verzinken nach gänzlich beendigtem Ziehen stattfindet) wird zu den Leitungen der elektromagnetischen Telegraphen angewendet; derselbe wird gewöhnlich geliefert in Adern (S. 237) von

	106 *m*	150 *m*	225 *m* Länge
oder	17 *kg*	15 *kg*	9 *kg* Gewicht
bei	5 *mm*	4 *mm*	2,5 *mm* Drahtdicke.

Das Zusammenfügen der Drahtenden geschieht entweder durch Übereinanderlegen (nach vorhergegangener Abschrägung) und Umwinden mit dünnerem Draht oder (am besten) mittels einer sogenannten Würgellötstelle, bei welcher das Ende jeden Drahtes in 4—5 Windungen schraubengangförmig um den andern herumgewickelt und die dauernde metallische Berührung beider Drähte durch Zinnlot herbeigeführt wird.

2) Stahldraht. Die Behandlung des Stahles beim Drahtziehen ist jener des Eisens wesentlich gleich. Beim Glühen muss die grösste Sorgfalt angewendet werden, um das Verbrennen des Stahles zu vermeiden. Man zieht den Stahldraht jederzeit aus gewalzten runden Stäbchen.

Der Stahldraht kommt — 0,33 bis 5,8 *mm* dick — zum Gebrauch für Uhrmacher und Mechaniker, gewöhnlich in fusslangen geraden Stücken unter dem Namen Rundstahl (gezogener Rundstahl) im Handel vor; stärkere Arten (6 bis 10 oder 12 *mm*) sind gewalzt. Stahldrähte in Ringen werden zu Klaviersaiten u. s. w. angewendet; s. die Tafel S. 235.

Es wird z. B. gewalzter Rundstahl von 6,5 *mm* Dicke durch 6 Löcher bis auf 3 *mm* verdünnt (Grobzug), dann durch fernere 6 Löcher auf 1,5 *mm* (Mittelzug), dabei der Draht nach jedem Zuge, also überhaupt 12mal, geglüht; die weitere Verfeinerung (Feinzug) aber ohne alles Glühen bewerkstelligt, indem man dazu den Draht einmal auf galvanischem Wege verkupfert (vergl. S. 241).

Der englische stählerne Saitendraht besteht aus einer weniger kohlenstoffhaltigen Stahlart, als der Rundstahl, und ist deshalb weicher und biegsamer als dieser. Stahlsaiten sollen klangvoller werden, wenn man sie in gepulvertem ungelöschten Kalk eingegraben über Feuer dunkelblau anlaufen lässt; die

blaue Farbe kann man durch Beizen und Abputzen mit Kalk nachher wieder wegschaffen. Eigentümlich geformte Arten von Stahldraht sind der gezogene vierkantige Stahl (quadratisch oder flachviereckig im Querschnitte); der Triebstahl mit 6, 7, 8, 10 oder 12 Längenfurchen (wodurch der Querschnitt die Gestalt eines kleinen gezahnten Rades erhält), von den Uhrmachern zur Verfertigung der Getriebe angewendet; der Sperrkegelstahl ebenfalls zum Gebrauche der Uhrmacher, nämlich zur Verfertigung kleiner Sperrkegel, daher im Querschnitte von entsprechender Gestalt; der Brillendraht, halbrund mit einer Furche auf der flachen Seite, also im Querschnitte von mondviertelähnlicher Gestalt, zum Einfassen der Brillengläser. Zu erwähnen ist endlich der zwischen Walzen dünn und platt ausgestreckte (geplättete) Stahldraht.

3) Kupferdraht. Zur Verfertigung desselben werden teils quadratische Stäbe (Zaine) gegossen, die man rund schmiedet und dann dem Drahtzuge überliefert, teils — und zwar gewöhnlich — von geschmiedeten und gewalzten Platten Streifen (Regalen) abgeschnitten, die, ohne eine besondere Vorarbeit, durch das Ziehen selbst die runde Gestalt annehmen. Das Ziehen der dicksten Kupferdrähte erfordert die Anwendung einer Schleppzange (S. 236); von 6 oder 8 *mm* Durchmesser abwärts geschieht das Ziehen nur auf Scheiben. Das Ausglühen der Drähte ist selten und bloss dann etwa einmal notwendig, wenn sie durch sehr viele Löcher fein gezogen werden.

Im allgemeinen wird wenig Kupferdraht gebraucht, der daher auch in verhältnismässig nicht grosser Menge im Handel vorkommt. Über den Umfang der Reihe s. die Tafel S. 235. Von 1 *mm* dickem Drahte wiegen 142 *m* 1 *kg*. — Von vergoldetem und versilbertem Kupferdraht ist weiter unten die Rede.

4) Messingdraht und Tombakdraht. Die Vorbereitung des Messings und Tombaks geschieht auf zweierlei Weise. Entweder — und dies ist die Regel — werden aus gewalzten Tafeln schmale Streifen, möglichst quadratischen Querschnitts (Regalen) geschnitten; oder man giesst cylindrische Stangen von 18 bis 24 *mm* Dicke, die vor dem Ziehen gehörig befeilt werden. Das letztere Verfahren eignet sich hauptsächlich für die Darstellung sehr dicker Drähte. Das Ziehen wird, von 8 oder 10 *mm* Dicke angefangen, auf Scheiben verrichtet.

Die Fabriken liefern Messing- und Tombakdraht (s. die Tafel S. 235) teils schwarz, teils licht oder blank. Der schwarze Draht ist nach dem letzten Zuge geglüht, daher durch eine dünne Glühspankruste dunkel gefärbt, sehr weich und biegsam. Nur dicke Arten kommen schwarz in den Handel. Die dünneren Drähte sind immer blank, unterscheiden sich aber in lichtweiche (nach Beendigung des Ziehens geglüht, mit verdünnter Schwefelsäure — 20 *kg* Wasser auf 1 *kg* engl. Schwefelsäure — abgebeizt, mit einer Auflösung von rohem Weinstein gekocht, und allenfalls, um Glanz zu erhalten, noch geschabt, d. h. durch ein einziges, scharfrandiges Ziehloch von dessen enger Seite her gezogen), und lichtharte (nach dem Glühen und Beizen noch mehrmals auf gewöhnliche Weise gezogen, daher hart und elastisch).

Von 400 *kg* Drahtband erfolgen durch das Auswalzen, Zerschneiden und Ziehen etwa 352 *kg* schwarzer Draht, 45 *kg* Abfall, 3 *kg* Glühabgang; von 100 *kg* schwarzem Draht: 96 blanker Draht, 1 Abfall und 3 Beizabgang. — Die österreichischen und süddeutschen Fabriken pflegen die Reihe der Messing- (auch Tombak-, Kupfer- und Zink-) Drähte in zwei Abteilungen, jede mit eigener Nummernreihe, zu zerlegen, nämlich Musterdraht, von den dicksten Arten bis zu etwa 1,5 *mm* Dicke herab und Scheibendraht von da an bis zum feinsten.

Die messingenen Klaviersaiten werden wie die eisernen dargestellt. Messingdraht von 1 *mm* Dicke misst durchschnittlich 148 *m* im Kilogramm. —

Der Messingdraht ist selten anders als rund; doch sind als solche abweichend gestaltete Drähte zu bemerken: der vierkantige (quadratische) Draht, welchen man bei Regenschirmen statt der Fischbeinstäbchen zu gebrauchen versucht hat; der Schwalbenschwanzdraht (keilförmig im Querschnitte) für Uhrmacher; der halbrunde Draht zum Flicken zerbrochener Porzellangefässe, und die Samtnadeln (fast herzförmig). Andere Formdrähte aus Messing werden öfters von den Formschneidern zur Verfertigung einzelner Teile der Kattundruckformen angewendet und von ihnen selbst (nicht für den Handel) verfertigt.

Das Walzen, welches für die Eisen- und Stahldrahterzeugung so wichtig ist, hat man auch auf Messing anzuwenden versucht, obschon es hier weit weniger an seiner Stelle ist. Man kann höchstens die aus Platten geschnittenen, z. B. 3 *mm* breiten, 2 *mm* dicken Regalen durch einen oder zwei runde Walzeneinschnitte gehen lassen, um sie zu runden, bevor zum Ziehen auf der Scheibe geschritten wird. — Über eine eigentümliche Zerstörung des Messingdrahtes haben mehrseitige Beobachtungen folgendes gelehrt: Messingdraht, welcher im Freien der Einwirkung der Witterung ausgesetzt oder in feuchten und mit sauren Dünsten geschwängerten Räumen angebracht ist, erleidet (vorzugsweise unter gleichzeitiger Berührung mit einer grösseren Masse Eisen) allmählich eine Veränderung in der inneren Anordnung seiner kleinsten Teilchen, wodurch ein kristallinisch-körniges Gefüge entsteht und die Festigkeit in so hohem Grade vermindert wird, dass der Draht beim Biegen schnell bricht, ja dort, wo er zufolge vorausgegangener Biegung oder Windung in gespanntem Zustande sich befindet, ohne weiteres zahlreiche Querbrüche erhält.

5) Neusilberdraht wird auf dieselbe Weise, wie Messingdraht, verfertigt.

Klaviersaiten aus Neusilber (sogenannte Silber-Saiten) sind versucht worden, jedoch bis jetzt nicht mit recht entschiedenem Erfolge; wenigstens haben sie vor Stahlsaiten keinen andern Vorzug, als den, dass sie nicht rosten.

6) Zinkdraht[1], Blei- und Zinndraht sind sehr wenig (und der letztgenannte eigentlich gar nicht) im Gebrauch. Man zieht sie aus Streifen, die man von gewalzten Platten mit der Schere (bei Zink und grösserer Dicke mittels einer Kreissäge) abschneidet. Bleidraht kann auch aus gegossenen Stäben gezogen werden. Dicken Bleidraht gebraucht man zum Anbinden der Gartengewächse und als dichtende Zwischenlage beim Zusammenschrauben eiserner Röhren u. s. w. Blei und Zinn reissen wegen ihrer geringen Festigkeit beim Ziehen leicht ab.

Um dünnen Zinkdraht ohne viel Arbeit herzustellen, kann man mittels Kreisschere eine runde Blechscheibe nach einer Spirallinie zerschneiden, den erhaltenen langen Streifen (dessen Breite thunlichst der Dicke gleich sein muss) geradestrecken, zur Abrundung der Kanten durch ein paar Kaliber eines kleinen Drahtwalzwerks gehen lassen, endlich durch wenige Ziehlöcher ziehen.[2]) — Über gepressten Zinn- und Bleidraht s. unten beim Röhrenpressen.

7) Aluminiumdraht ist zum Teil von hoher Feinheit (z. B. 0,065 bis 0,225 *mm* dick) gezogen, geplättet und in diesem Zustande zum Überspinnen von Seidenfäden angewendet worden, aus welchen man dann Spitzen klöppelte. Man verwendet ihn, seiner Leichtigkeit halber, auch für die Reiter der sogen. chemischen Wagen.

8) Gold- und Silberdraht. Unter dieser Überschrift sollen nebst den wirklich aus Gold und Silber bestehenden Drähten auch diejenigen

[1]) D. p. J. 1838, **69**, 277; 1845, **98**, 105.
[2]) Z. d. V. d. I. 1862, S. 595.

abgehandelt werden, welche zur wohlfeilen Nachahmung der Drähte aus diesen edlen Metallen dienen (die sogen. unechten, leonischen oder lyonischen Drähte).

Draht aus feinem, häufiger aus legiertem Golde und Silber, sowohl rund als halbrund, viereckig und von anderen Gestalten, wird von Gold- und Silberarbeitern zur Verarbeitung auf Schmuckwaren u. dgl. verfertigt. Man schmiedet hierzu einen gegossenen Stab dünn aus und zieht ihn dann auf einer Schleppzangen-Ziehbank, zuletzt aber mit einer Zange aus freier Hand. Das Strecken der dicken Drähte geschieht (aus rund gegossenen Stäben) vorteilhaft mittels der Drahtwalze, einem nach Art des Rundeisenwalzwerkes eingerichteten, nur kleineren Walzwerke mit zwei Walzen. Die Drähte von legiertem Gold und Silber müssen oft geglüht werden, da sie schnell bedeutend an Härte zunehmen.

Zu halbechten Schmuckwaren (besonders Ketten) wird wohl ein walzenförmiges Stäbchen von Feinsilber oder stark versilbertem Kupfer im rotglühenden Zustande stehend in eine Giessform gebracht und mit legiertem Golde umgossen, dann aber beliebig fein zu Draht ausgezogen.

Eine eigentlich fabrikmässige Herstellung tritt nur bei den feinen Gold- und Silberdrähten ein, welche zur Verfertigung der Gold- und Silbergespinste, Tressen, Kantillen und Flittern dienen, sowie bei den dickeren unechten Drähten. Die zu jenen Zwecken angewendeten Drähte lassen sich wie folgt ordnen:

- a. Echte Drähte:
  - aa. Echter Silberdraht, ganz aus feinem Silber bestehend.
  - bb. Echter Golddraht, feines Silber, mit Gold nur dünn überzogen.
- b. Unechte Drähte:
  - aa. Unechter Silberdraht, Kupfer, mit einem dünnen Überzuge von Silber.
  - bb. Unechter Golddraht, aus Kupfer bestehend und mit Gold überkleidet.
  - cc. Cementierter Draht, Kupfer, welches äusserlich durch die Verbindung mit Zink in hochfarbiges Messing verwandelt ist.

Alle soeben genannten Drähte werden, was das Ziehen betrifft, auf gleiche Weise verfertigt, indem man runde Stangen von 25 bis 50 *mm* Durchmesser und 50 bis 70 *cm* Länge auf einer grossen Schleppzangen-Ziehbank (dem sogen. groben Zuge), bis zur Dicke von 6 oder 8 *mm* zieht, dann auf einer stark gebauten Scheibe (dem sogen. Abführtische) bis zu etwa $1\frac{1}{2}$ oder 2 *mm* verfeinert, und endlich auf einer leichter gebauten Ziehscheibe fertig macht. Für grösseren Betrieb wird wohl die sonst gebräuchliche Handziehscheibe durch eine mittels Maschine betriebene ersetzt. — Die Darstellung der zum Drahtziehen bestimmten Stangen allein ist es, welche wesentliche Unterschiede in der Erzeugung der folgenden Drahtgattungen hervorbringt.

Die feinsten Drähte zu Gespinsten haben kaum über 0,04 *mm* Dicke (s. d. die Tafel S. 235), bei welcher Feinheit z. B. 1500 *m* Silberdraht nur 0,1 *kg* wiegen. Die Arten von 0,4 oder 0,3 *mm* bis zu ungefähr 0,08 *mm* kommen teils rund, teils zwischen Walzen zu einem schmalen dünnen Bändchen geplättet

(als Lahn, Plätt, Plasch) zur Verarbeitung; die feineren gewöhnlich nur in geplättetem Zustande. — Das Zuspitzen, welches zum Einbringen in die Ziehlöcher nötig ist, kann bei so feinen Drähten, wie hier vorkommen, nicht mit der Feile geschehen; man macht deshalb den Draht nahe an seinem Ende in der Lichtflamme auf etwa Fingerbreite glühend und reisst ihn in diesem Zustande ab, wodurch er sich zu einer zarten Spitze gestaltet; oder man schleift das Ende mit Bimssteinpulver zwischen den Fingerspitzen so dünn als nötig zu; oder man hält den Draht 5 *cm* vom Ende mit einer Zange fest und streicht das kurze Stück von der Zange gegen das Ende hin zwischen den aneinander gedrückten Nägeln des Daumens und Zeigefingers (auch wohl auf der Kante des Zieheisens), bis es abreisst.

a. Echter Silberdraht. Das feine Silber wird in einem offenen eisernen Eingusse (S. 166) zu einem dicken vierkantigen Stabe gegossen, rotglühend ausgehämmert, in mehrere Teile zerhauen und zu runden Stangen geschmiedet. Letztere werden, in einem hölzernen Gestelle (der Beschneidbank) liegend, heiss mit dem zweigriffigen Beschneidmesser auf der ganzen Oberfläche beschnitten (wobei ziemlich starke Späne abfallen) und hierauf sogleich auf die Ziehbank gebracht. Solange die Dicke noch bedeutend ist, werden hier Zieheisen mit einem einzigen Loche (Ziehstöcke) angewendet. Wenn der Draht bis auf 8 oder 6 *mm* verdünnt ist, wird er, ringförmig zusammengewunden, geglüht und dann auf dem Abführtische ferner bearbeitet. Das Beschneiden der Stangen hat dazu gedient, alle unreinen Stellen von deren Oberfläche wegzunehmen. Weil dergleichen Stellen aber beim Ziehen oft wiederholt zum Vorscheine kommen, so ist es gut, auf dem Abführtische den Draht ein- oder zweimal zu schaben, d. h. durch ein scharfrandiges Ziehloch, von der engen Seite desselben her, zu ziehen, wodurch wieder feine Späne von der ganzen Oberfläche weggenommen werden.

Das Drahtsilber muss in Österreich gesetzlich (seit 1866) wenigstens 0,985 fein halten.

b. Echter Goldraht (vergoldeter Silberdraht). Die wie bei a. beschnittenen Silberstangen werden geschlichtet, d. h. durch ein Paar Ziehlöcher genau rund gezogen, mit einer feinen Feile etwas rauh gemacht und mit dünnen Goldblättern (dem sog. Fabrikgolde, S. 202) gleichmässig überlegt. Man umwickelt sie hierauf dicht mit Bindfaden oder schmalem Leinenband, bringt sie in Kohlenfeuer und erhitzt sie (aber nicht zum Glühen), bis das Band weggebrannt ist, überreibt sie, noch heiss, kräftig mit einem an zwei Handgriffen geführten Blutsteine und befestigt so das Gold. Dieses Verfahren ist, wie sich hieraus ergiebt, eine wahre Goldverplattung. Abgekühlt kommen die Stangen zum Ziehen. Geschabt kann dieser Draht natürlich nicht werden.

Die Vergoldung beträgt $^1/_{150}$ bis $^1/_{30}$ vom Gewichte des Silbers, und liegt auf den am feinsten ausgezogenen Drähten nur $^1/_{25000}$ bis $^1/_{6000}$ *mm* dick. Trotzdem hat man, um die Sparsamkeit noch weiter zu treiben, daran gedacht, den silbernen Lahn (allenfalls sogar nur auf einer Seite) galvanisch zu vergolden.[1]) — Für den österreichischen Staat sind seit 1866 drei Abstufungen für die Stärke der Vergoldung vorgeschrieben, indem auf eine Silberstange von 1,40 bis 1,43 Pfd. (700 bis 715 *g*) Gewicht 28, 20, 12 Goldblätter, jedes von mindestens 0,85 *g* gelegt werden sollen, was 23,8 oder 17 oder 10,2 *g* Gold beträgt, so dass der

[1]) D. p. J. 1858, **149**, 351.

Feingehalt des Drahtes wenigstens 30 bis 33 oder 21,5 bis 24 oder 13 bis 14 Tausendstel seines Gewichtes ausmacht. Daneben ist für die Ausfuhr eine vierte Abstufung gestattet, zu der auf eine Silberstange von obigem Gewicht 6 Blätter (15,1 *g*) Gold zu verwenden sind (Feingehalt des Drahtes = 6,5 bis 7 Tausendstel).

Obgleich das Gold von Schwefelwasserstoff nicht angegriffen wird, so schwärzt sich doch diese Art von Golddraht sehr schnell in einer schwefelwasserstoffhaltigen Atmosphäre, indem die dünne Goldschicht den Gasen den Zutritt zum Silber nicht gänzlich verwehrt. Man hat zur Vermeidung dieses Übelstandes den Silberdraht vor der Vergoldung mit einer dünnen Schicht Platin überzogen, welche das Silber vollständig schützt, wenn ihr Gewicht nicht unter $^3/_{100}$ des Drahtgewichtes beträgt. (Platin-Golddraht).

c. Unechter Silberdraht. Die Kupferstangen werden auf die nämliche Weise verfertigt, wie unter a. von den Silberstangen angegeben ist. Der Silber-Überzug wird entweder (wie unter b. die Goldbekleidung) durch Auflegen und Anreiben dünner, geschlagener Blätter hervorgebracht (versilberter Draht), oder, wenn er dicker sein soll, dadurch, dass man ein Rohr von Silberblech auf die Kupferstange schiebt und beide zusammen zieht, wodurch sie sich fest vereinigen (plattierter oder verplatteter Draht). Man gebraucht den Kunstgriff, das silberne Rohr (dessen Fuge nicht gelötet, sondern bloss mittels eines Polierstahles fest zusammengerieben wird) heiss auf die kalte Stange zu schieben, so dass es durch die Verkleinerung beim Erkalten desto fester sitzt, und reibt noch überdies das Silber in der Glühhitze mit einem Polierstahle oder Blutsteine fest an. Öfters werden die verplatteten Kupferstangen glühend durch ein Walzwerk geführt, welches wesentlich wie das Drahtwalzwerk für Eisen beschaffen ist, aber lauter runde Einschnitte enthält und die Stangen nach und nach bedeutend verdünnt, so dass die Anwendung des groben Zuges mehr oder weniger erspart wird.

Um gehörige Dauerhaftigkeit zu besitzen, sollte der Silberüberzug jedenfalls wenigstens $^1/_{30}$ vom Gewichte des Ganzen betragen; doch trifft man bedeutend schwächere Versilberung an. — Für sehr starke Versilberung hat man eine Silberstange der Länge nach durchbohren, mit Kupfer ausgiessen, dann rund schmieden und endlich zu Draht ausziehen wollen; es scheint klar zu sein, dass dieses Verfahren nur die Absicht haben könnte, einen Draht darzustellen, welcher für echt gelten dürfte und doch nicht so teuer wäre wie der echte.

d. Vergoldeter Kupferdraht. Das Kupfer lässt sich gleich dem Silber und auf die nämliche Weise (s. unter b.) vergolden. Der auf solche Weise hergestellte unechte Golddraht nimmt aber, wenn er sich abnutzt, eine sehr hässliche kupferrote Farbe an; man zieht es daher vor, die Kupferstangen zuerst mit Silberblättern und dann mit Goldblättern zu überlegen. Sowohl der versilberte als der vergoldete Kupferdraht wird zweimal (einmal öfter als der Silberdraht) geglüht, auch nicht so sehr fein gezogen, als der Silberdraht.

e. Cementierter Draht. Die Hauptmasse desselben ist Kupfer, welches seine goldähnliche Farbe ohne Anwendung von Gold, bloss durch oberflächliche Verbindung mit Zink, erhält. Die gehörig beschnittenen und durch Ziehen rund und glatt gemachten Stangen werden in einen länglichen gusseisernen Kasten gelegt, wo sie an den Enden aufruhen übrigens aber ganz frei bleiben. Man giebt auf den Boden des Kastens

gekörntes Zink mit etwas Salmiak, setzt einen Deckel auf und erhitzt das Ganze in einem Ofen zum Glühen. Die aufsteigenden Zinkdämpfe hüllen das Kupfer ein und verwandeln es äusserlich (jedoch nur bis auf eine höchst geringe Tiefe) in Messing. So kommt es, dass diese Stangen die Dehnbarkeit und Weichheit des Kupfers mit der Farbe des Messings (welche durch das unten liegende Kupfer noch erhöht wird) vereinigen. Gut ist es, die Stangen während des Glühens umzudrehen, um die Einwirkung des Zinkdampfes auf allen Seiten recht gleichmässig zu machen. Der cementierte Draht kann indessen nie die wahre Goldfarbe haben und läuft auch bald an, hat daher für die Anwendung einen viel geringeren Wert, als der vergoldete Kupferdraht.

9) Platindraht. Man zieht ihn in geringer Menge, teils aus geschmiedeten Stäbchen, teils aus mit der Schere geschnittenen Blechstreifen. Schon durch das gewöhnliche Verfahren kann das Platin zu beträchtlicher Feinheit gezogen werden. Umgiesst man aber einen mässig dünnen Platindraht mit Silber, oder hüllt man denselben in mehrfach herumgelegtes Silberblech ein, zieht ihn dann so fein als möglich aus und schafft endlich das Silber durch Salpetersäure wieder hinweg, so kann man Platindrähte von ausserordentlicher Feinheit erlangen.

2. Stäbe und Streifen.

Durch ein dem Drahtziehen ähnliches Verfahren können aus Blech von verschiedenen Metallen Streifen in Gestalt von Leistenwerk, Gesimsen u. dgl. verfertigt werden. Es dient dazu der sogenannte Seckenzug (I, 316)[1], welcher statt des Zieheisens auf einer gewöhnlichen Schleppzangen-Ziehbank angebracht wird. Der Seckenzug kann als ein Zieheisen angesehen werden, welches dergestalt in zwei Teile zerschnitten ist, dass der Schnitt durch das Loch geht.

Er besteht nämlich aus zwei mit Einschnitten versehenen stählernen Backen (Seckeneisen, Siekeneisen), welche in einen eisernen Rahmen eingeschoben und durch eine Schraube (oft durch zwei Schrauben) einander im erforderlichen Masse genähert werden. Die zusammengehörigen Einschnitte des unteren und des oberen Backens bilden gemeinschaftlich die Öffnung, durch welche das Blech mittels der Schleppzange gezogen wird. Wenn die Ausbildung des Streifens mit einem Durchgange nicht vollendet ist, so stellt man für jeden folgenden Durchgang die Backen mittels der Schraube etwas näher aneinander und erreicht hierdurch mit einem einzigen Einschnitte eben den Zweck, zu welchem beim Drahtziehen mehrere Ziehlöcher von verschiedener Grösse erfordert werden. Die Backen des Seckenzuges wirken bei dünnem Bleche durch Biegung desselben, wo dann den auf der einen Fläche entstehenden Erhabenheiten (Längenrippen) gleich gestaltete Vertiefungen (Längenfurchen) auf der entgegengesetzten Fläche entsprechen, bei dickem Bleche aber durch Eindrücken, oder gar durch Herausschaben von Spänen, wobei die entgegengesetzte Fläche eben bleibt, oder bei angemessener Gestalt des zweiten Backens, auch ihrerseits Erhabenheiten auf gleiche Weise erhält.

---

[1]) Prechtl, Technol. Encyklopädie, Bd. 2, S. 323; Bd. 7, S. 148 m. Abb. D. p. J. 1880, **236**, 292 m. Abb.

Starke Abweichungen von der ursprünglich ebenen Gestalt der Streifen erfordern übrigens mehrere Seckenzüge, um das Biegen erfolgreich durchführen zu können.

Eine bemerkenswerte Anwendung des Seckenzuges ist die zur Verfertigung hohler Fenstersprossen aus Eisenblech.[1])

Wenn man den Seckenzug dahin abändert, dass man als unteren Backen ein ebenes und glattes Stahlstück einlegt, statt des oberen Backens hingegen ein senkrecht stehendes, am untern Ende beliebig ausgeschweiftes und schneidig zugeschärftes Messer anbringt, so können durch Ziehen von dickem Bleche oder gegossenen Messingstäben allerlei Gesimse u. dgl. hervorgebracht werden, deren Querschnitt jedesmal der Gestalt des Messers entspricht. Zur völligen Ausbilbildung ist oft ein vielmal wiederholtes Durchziehen des Metalles, bei stufenweise tieferer Stellung des Messers, notwendig. Dieses Verfahren (Schneiden genannt), welches eigentlich nicht hierher gehört, liefert mit grossem Zeitgewinn schöne Arbeit, welche man z. B. mit der Feile nicht erzeugen könnte, und macht seiner Natur nach den Übergang vom Ziehen mittels des Seckenzuges zur Bearbeitung der Metalle durch Hobelmaschinen, wovon im folgenden Abschnitt die Rede sein wird.

3. Röhren.

Eine metallene (namentlich trommelförmige) Röhre kann als ein mehr oder weniger dicker, aber hohler Draht angesehen werden; in der That kann demnach eine kurze Röhre gestreckt und verdünnt, eine unregelmässig runde und nicht völlig gerade berichtigt werden durch diejenigen mechanischen Mittel, welche der Drahterzeugung eigen sind, nämlich Ziehen und Walzen. Man hat noch zwei andere hinzugefügt, welche das Entgegengesetzte des Ziehens sind: das Stanzen und Pressen. Es unterscheiden sich also die Röhren — sofern sie eine mit der Drahterzeugung verwandte Behandlung erlitten haben — in gestanzte, gezogene, gewalzte, gepresste.

a. Gestanzte Röhren. Die kurzen kreisbogenförmig gekrümmten an einem Ende verschlossenen Röhren, welche den Hauptbestandteil einer gewissen Art Metall-Manometer und Metall-Barometer bilden, werden aus einem kreisförmig zugeschnittenen Stück Messingblech in gleicher Art wie die Zündhütchen, Fingerhüte und Metallpatronen durch mehrere nacheinander folgende Stanzungen (I, 296) zwischen passend abgestuften Stempeln und Matern hergestellt, hierauf in einem Walzwerk flach gedrückt und rund gebogen, wobei ihr Querschnitt die Gestalt eines Bogenzweieckes erhält, endlich auf eigentümlichen Maschinen poliert und hart gezogen, wodurch sie den erforderlichen Elasticitätsgrad erlangen.[2]) Indem für die erste Arbeit der Name Stanzen angewendet wurde, ist insofern ein Fehler gemacht, als das Verfahren in seinem Verlaufe zu einer Art des Ziehens übergeht. Nachdem einige Stanzungen stattgefunden, vertritt der Stempel (es werden nacheinander Stempel kleineren Durchmessers angewendet) die Rolle des beim Röhrenziehen gebräuchlichen Dornes, während die Mater so wie ein Ziehring wirkt. Ein Unterschied ist nur

[1]) Bayer. Kunst- und Gewerbebl. 1857, S. 173.
[2]) Public. industr., Bd. 17, S. 433.

insofern vorhanden, als das Werkstück nicht durch Zug, sondern mittels Druckes durch den Ziehring bewegt wird.

Man verwendet das Verfahren auch zur Erzeugung nahtloser Eisen- und Kupferröhren.[1])

Eine Wasserdruckpresse, deren Mönch 26 *cm* Durchmesser hat und mit 220 bis 240 *kg* Druck auf 1 *qcm* des Mönchquerschnittes arbeitet, bildet z. B. aus einer 23 *mm* dicken, 60 *cm* grossen, runden Kupferscheibe eine 10 *cm* weite und 1 *m* lange Röhre, welche durch Ziehen sodann weiter verarbeitet werden kann. Man macht in die Mitte der Platte ein 23 *mm* weites Loch, verwendet zunächst einen keulenförmigen Stempel, um das Blech gewissermassen gefässförmig zu gestalten und benutzt sodann Stempel, welche — um das Werkstück leichter ablösen zu können — ein wenig verjüngt sind.

Mehr noch gleicht dem Ziehen ein neuerdings vorgeschlagenes Verfahren der Röhrenerzeugung aus einer kurzen, sehr dickwandigen Röhre. Diese wird nämlich in einem Gehäuse festgehalten, während Dorne verschiedener Gestalt, aber stufenweise grösserer Dicke, hindurch getrieben werden. Es vertritt hier der Dorn gewissermassen den Ziehring, während das Gehäuse die Thätigkeit des langen Ziehdornes auszuüben hat.[2])

b. Gezogene Röhren (I, 295)[3]). Zum Ziehen von Röhren, welche einen kleinen Durchmesser haben, bedient man sich gewöhnlicher Drahtzieheisen; für weitere dagegen stählerner, gusseiserner oder verstählter schmiedeiserner Ringe (Ziehringe), deren Öffnung die Gestalt eines Drahtziehloches hat; auch viereckiger Platten mit einem einzigen solchen Loche. In der Regel muss die Höhlung der Röhren (um das Einknicken der Wand zu verhindern) mit einem eisernen oder stählernen Stabe (Dorn) ausgefüllt werden, welchen man nach vollendetem Ziehen wieder entfernt. Nach dem Stoff und der Bestimmung der Röhren beabsichtigt man beim Ziehen derselben einen verschiedenen Erfolg. Viele Röhren werden aus Messing-, Kupfer- und anderem Blech über einem hölzernen oder eisernen Dorn mittels des Hammers (auch wohl mittels einer Maschine)[4]) gebogen, meist an der Fuge gelötet und sollen durch das Ziehen nur völlig gerade und richtig rund gemacht werden; die dabei zugleich eintretende Streckung (Verlängerung) ist unbedeutend und liegt zunächst nicht in der Absicht. Andere Röhren, von Blei, Zinn, Kupfer, Messing, selbst Stahl, werden gegossen und zwar mit sehr grosser Wandstärke; durch das Ziehen will man sie bedeutend in die Länge ausdehnen und in der Wand verdünnen, weil man sie nicht unmittelbar durch den Guss so lang und dünn darstellen kann, als sie gefordert werden. Dergleichen Röhren haben durch die Abwesenheit der Lötung einen grossen Vorzug vor den aus Blech gemachten; der als Grundlage dienende dickwandige und kurze Hohlkörper wird zuweilen (besser als durch Guss) aus einem gegossenen, durch Walzen oder Schmieden verdichteten Vollkörper mittels Durchbohrens hergestellt. Um aus Kupfer einen blasenfreien Röhrenguss zu erhalten, soll man die Form ganz mit geschmolzenem Metalle

---

[1]) D. p. J. 1880, **237**, 441 m. Abb.; 1888, **269**, 387.
[2]) The Engineer, Novemb. 1886, S. 362 m. Abb.
[3]) Holtzapffel, Turning & mechanical manipulation, Bd. 1, S. 429.
[4]) D. p. J. 1859, **152**, 168.

füllen und erst nachher den Kern einsenken, welcher die Höhlung erzeugt.[1])

1) Sehr enge Röhrchen von Silber, Gold, Tombak, Messing, wie sie z. B. zur Verfertigung der Gelenke an Dosen, Uhren u. dgl. gebraucht werden, macht man aus Blech, welches in Form eines Streifens von gehöriger Breite zugeschnitten, an den Rändern zurecht gefeilt, mit dem Hammer rinnenartig hohl geschlagen und endlich über einem hineingelegten mit Wachs bestrichenen Stahldrahte völlig zusammengeklopft (aber nicht gelötet) wird, worauf man das Ganze durch einige Löcher eines Drahtzieheisens zieht, zuletzt ein wenig erwärmt (um das Wachs flüssig zu machen) und den Draht wieder herausnimmt.

Wenn man Zeit gewinnen will, so kann man den noch flachen Blechstreifen ohne Draht durch eine Reihe von Ziehlöchern gehen lassen, wodurch er sich anfangs zu einer Rinne biegt, und dann zu einem Röhrchen schliesst. Hierbei geschieht es indessen leicht, dass die Fuge, statt gerade zu bleiben, sich windet, und dass die Höhlung nicht ganz regelmässig ausfällt. Die Verfertigung solcher Röhrchen kann auf einen einzigen Zug stattfinden, wenn man zwei oder drei Zieheisen nahe hintereinander anbringt, jedes mit einem Loche, alle Löcher in einer geraden Linie und jedes folgende etwas kleiner als das vorhergehende. — Sogar Röhren von 12 bis 20 *mm* Durchmesser aus schwarzem Eisenblech werden mittels eines dem eben erwähnten gleichenden Verfahrens, nämlich mit einem Durchgange durch vier oder fünf unmittelbar hintereinander stehende Zieheisen, verfertigt. Zuweilen wird das Ziehen nur so weit getrieben, dass das Röhrchen sich nicht gänzlich schliesst, sondern noch eine offene Fuge behält: dergleichen Röhrchen dienen als Einfassung von Blechwaren, welchen man dadurch einen dicken wulstartigen Rand geben will; in die offene Fuge schiebt man die Kante des Gegenstandes (z. B. eines Lichtscher- oder Flaschentellers u. s. w.) ein, nachdem das Röhrchen entsprechend gebogen ist. In diesem Falle ist es gut, den geraden Lauf der Fuge dadurch zu sichern, dass man im Ziehloche eine vom Rande einwärts vorspringende schmale Zunge anbringt, gegen welche die Kanten des Röhrchens sich anlehnen müssen.

Bei Röhren von grösserem Durchmesser (aus schwarzem oder verzinktem Eisenblech) ist dieses letztere Mittel ebenfalls, und zwar zugleich in der Absicht angewendet worden, um die Fuge auf eine dichte und haltbare Weise zu schliessen. Die Zunge im Ziehloche ist nämlich so gestaltet, dass die dagegen gedrängten Blechränder sich nach innen — in einander entgegengesetzten Richtungen — umbiegen und jeder eine Art Haken oder einfachen Falz bildet; ein Blechstreif mit ähnlich umgebogenen Rändern wird das ganze Rohr entlang eingeschoben, wodurch er in die beiden erwähnten Falze hineingreift und wie eine Klammer dieselben zusammenhält. Schliesslich wird das Rohr mit einem Dorne durch ein glattrandiges Loch (ohne Zunge) gezogen, damit die Falze sich fest gegeneinander legen, und die Fuge äusserlich mit Schnell-Lot verlötet.[2]) Das erörterte Zieh-Verfahren deckt sich offenbar seiner Hauptsache nach mit dem (S. 248) beschriebenen Ziehen der Streifen.

Grössere Röhren von Messing, Tombak, Neusilber, verplattetem Kupfer (wie jene zu Fernröhren, Operngläsern, Leuchterschäften u. dgl. m.) werden nach dem Zusammenbiegen des Bleches mit Schlaglot gelötet und über einem Dorne gezogen. Letzterer ist von poliertem Stahle 0,45 bis 1,5 m lang und an Durchmesser der Höhlung des Rohres so nahe gleich, dass er eben noch leicht genug ins Innere desselben geschoben werden

[1]) D. p. J. 1863, 170, 330.
[2]) Polyt. Centralbl. 1845, S. 291.

kann. An jedem Ende besitzt er einen dünneren quer durchbohrten Zapfen, durch welchen er, mittels einer Gabel und eines Splintes, mit einer Kette in Verbindung gebracht werden kann. Nachdem die Röhre auf den Dorn geschoben ist, klopft man den Endrand derselben über das Ende des Dornes um, damit sie sich nicht abstreifen kann. Das Ziehen geschieht sodann entweder in wagerechter Richtung auf einer Ziehbank (Röhrenziehbank), welche sich von der Schleppzangen-Ziehbank (S. 236) wesentlich nur dadurch unterscheidet, dass ihr die Zange mangelt, weil (wie schon angegeben) die Kette unmittelbar an den Dorn gehängt wird, oder in senkrechter Richtung.

Ein starkes hölzernes Balkengerüst trägt in letzterem Falle in seinem obersten Teile eine gusseiserne Trommel, an welcher das obere Ende der Kette befestigt ist. Letztere hängt gerade herab, ist unten mit dem Dorn verbunden und zieht diesen senkrecht durch den Ziehring in die Höhe, wenn die Trommel (mittels Rad und Getriebe) umgedreht und dadurch die Kette aufgewickelt wird. Unter dem Ziehringe muss im Boden eine Vertiefung oder eine Öffnung nach dem Keller angebracht sein, damit man nicht nötig habe, durch übergrosse Höhe des Gerüstes den Raum zur Anbringung des Dornes zu gewinnen. Statt der Trommel mit Kette kann eine Wasserdruckpresse angewendet werden, und statt des langen Dornes ein sehr kurzer, welcher während der Fortbewegung des Rohres unbeweglich in der Öffnung des Ziehringes erhalten wird, wie weiter unten beim Ziehen der Bleiröhren beschrieben ist.

Die wagerechte Ziehbank hat — besonders bei grossen Röhren, also schweren Dornen — den wesentlichen Nachteil, dass das Gewicht des Dornes einen ungleichen Druck gegen den Ziehring veranlasst, somit Ursache ist, dass das Rohr ungleichmässig gestreckt wird und vermöge der hierdurch eintretenden Spannung sich nach Entfernung des Dornes krümmt. Beim senkrechten Ziehen wird dieser Übelstand vermieden. Drei bis sechs Züge durch stufenweise etwas engere Ringe vollenden jedenfalls das genaue Anschmiegen des Rohres an den Dorn, was der einzige Zweck des Ziehens ist, obschon das Rohr auch ein geringes sich streckt. Um den Dorn wieder aus dem Rohre zu entfernen, wird ersterer verkehrt durch einen Ring von Glockenmetall oder Eisen gezogen, dessen Öffnung ohne trichterförmige Erweiterung und nicht gross genug ist, um auch das Rohr mit durchzulassen.

Bei Röhren von beträchtlichem Durchmesser wendet man manchmal eine der beschriebenen entgegengesetzte Methode an; d. h. man befestigt den Dorn in aufrechter Stellung unbeweglich, setzt den Ring darauf und lässt letzteren durch die bewegende Kraft längs des Dornes herabziehen. Bei wagerechten Ziehmaschinen ist dieses Verfahren ebenfalls in Ausführung gebracht und zwar mit der Verbesserung, dass kein Dorn angewendet wird, sondern statt dessen zwei Ziehplatten (die zweite mit etwas kleinerer Öffnung 25 bis 30 *cm* hinter der ersten) über das in wagerechter Lage nur an einem Ende festgehaltene Rohr hinstreifen. Diese Platten werden durch zwei Schraubenspindeln (die eine links, die andere rechts vom Rohre), welche mittels Räderwerk eine gleiche Achsendrehung empfangen, so langsam fortgeschoben, dass sie in 1 Sekunde nicht mehr als etwa 10 *cm* durchlaufen. Durch die Ersparung der Dorne, die Beschleunigung der Arbeit mittels gleichzeitiger Wirkung zweier Zieheisen und den Raumgewinn (da das Rohr seinen Platz nicht verändert, also die Maschine wenigstens um die ganze Rohrlänge kürzer wird) besitzt dieses Verfahren grosse Vorzüge vor dem gewöhnlichen.

Zuweilen kommt man in die Lage, so grosse Röhren ziehen zu müssen, dass die Kraft einer etwa vorhandenen Ziehbank nicht hinreicht. Man kann sich dann mit Vorteil des folgenden Verfahrens bedienen, wenn nur der (hier unentbehrliche) gusseiserne Dorn schwer genug ist. Man befestigt den Ziehring oben auf einem der Länge nach durchbohrten Holzkörper, der lang genug ist, um den Dorn in sich aufnehmen. Zu Anfang der Arbeit wird der Dorn samt dem auf ihm

steckenden Rohre auf die Öffnung des Ringes so gestellt, dass seine Achse in die Verlängerung der Achse des darunter befindlichen Holzklotzes fällt. Eine einfache Vorrichtung verhindert den Dorn zu schwanken, gestattet ihm aber, in senkrechter Richtung durch den Ring zu gleiten, sobald eine Kraft ihn dazu treibt. Zieht man nun die ganze Einrichtung an einem Seile 2,5 bis 3 *m* hoch auf und lässt ihn auf den gepflasterten oder wenigstens sehr festgestampften Boden niederfallen, so stösst der Holzklotz auf und wird augenblicklich in seiner Bewegung gehemmt, indes der Dorn infolge seines Beharrungsvermögens noch einen Augenblick zu sinken fortfährt und also eine kleine Strecke weit durch den Ziehring geht. Die Erscheinung ist übereinstimmend mit der beim Antreiben eines lose gewordenen Hammers durch Aufstossen des Stieles. Eine oftmalige Wiederholung des beschriebenen Verfahrens bewirkt endlich das Nämliche, wie die ununterbrochen thätige Kraft des Ziehwerkes, und der Dorn mit dem Rohre fällt ganz ins Innere des hölzernen Klotzes.

Blechröhren ohne Fuge sind auf folgende Weise herzustellen. Eine kreisrunde Blechscheibe wird nach dem unter a. erwähnten Verfahren in ein Rohr von 25 bis 40 *cm* Länge verwandelt. Dieses zieht man dann mit einem Dorne, dass es dünnwandig und noch länger wird. Um dickwandige Röhren zu erhalten, schiebt man auf dieses erste gezogene Rohr (in welchem noch der Dorn steckt) ein kurzes zweites und zieht das Ganze aus, bis das zweite Rohr die Länge des ersten hat. Ebenso kann ein drittes, viertes darüber gezogen werden, und alles macht zusammen ein festes Ganzes aus. Schliesslich zieht man den Dorn heraus, welcher von poliertem Stahle und mit einer Wachsmischung dünn bestrichen ist, damit er leichter losgeht.

Das Ziehen messingener und anderer aus Blech gelöteter Röhren wird vielfältig, und zum Teil mit einigen Abweichungen, angewendet. So zieht man nicht nur runde, sondern auch eckige (z. B. solche, welche statt voller Stäbe als Maschinenbestandteile, Stangen zu Stangenzirkeln, Massstäbe u. s. w. gebraucht werden), nachdem sie mit Hilfe des Hammers gebogen und gelötet sind; aber man wendet hierbei nicht immer einen Dorn an, macht vielmehr das Rohr an sich stark genug, dass es dem Knicken widersteht. — Es werden auch wohl die hohl gegossenenen messingenen Kattundruckwalzen durch Ziehen verdichtet. Sie werden zu diesem Behufe auf einen stählernen Dorn gesteckt und durch gut verstählte Ziehplatten gezogen. Die Ziehlöcher stehen in einem solchen Verhältnisse zu einander, dass die Durchmesser je zweier aufeinander folgender um etwa 0,3 *mm* verschieden sind. Das Ziehen wird fortgesetzt, bis die hohle Walze sich um ein Fünftel oder Sechstel ihrer ursprünglichen Länge gestreckt hat.

Zur Anfertigung eiserner Stühle, Bettstellen u. s. w. gebraucht man mit Messing überzogene Eisenstäbe oder (ungelötete, nach S. 251 dargestellte) Eisenblechröhren; die Bekleidung derselben ist ein dünnwandiges mit Schlaglot gelötetes Messingrohr, welches auf die eiserne Unterlage geschoben und samt ihr durch ein Paar Ziehlöcher gezogen wird. Messingene Röhren, zu Regenschirmstöcken Verwendung findend, werden über einem hölzernen Dorne gezogen, welcher alsdann darin stecken bleibt und das dünne Rohr vor dem Einknicken schützen muss. Äusserlich mit Längenfurchen verzierte, inwendig glatte Röhrchen von Silber u. s. w. zu Bleistift-Behältern zieht man auf einem runden stählernen Dorne durch ausgekerbte Löcher. Wird ein gekerbtes Zieheisen während des Durchganges der Röhre um seine Achse gedreht, so nehmen die Furchen und Rippen die Lage von Schraubengängen an. — Kegelförmige Röhren, sowohl glatte als gefurchte, werden ebenfalls im Zieheisen verfertigt. Man steckt das aus Blech gebogene und gelötete Rohr auf den kegelförmigen Dorn und gebraucht ein Ziehloch von etwas grösserem Durchmesser als das weiteste Ende der Röhre. Dieses Loch ist mit einer Ausfütterung von Hartblei (S. 57) versehen, deren Öffnung dem kleinsten Durchmesser der Röhre entspricht. Zieht man nun, auf einer sehr kräftigen Ziehbank, die Röhre mit dem Dorne hindurch, so erweitert sich das Bleifutter allmählich in dem Masse, wie der zunehmende Durchmesser des Rohres dies erfordert. Zu jeder neuen Röhre bedarf man daher eines neuen Futters.

2) Schmiedeiserne Röhren (zu Gasleitungen, Lokomotiv-Kesseln, Möbeln, eisernen Bauten u. s. w.)[1]) werden ebenfalls gezogen; aber es handelt sich hierbei zugleich um das Zusammenschweissen der Fuge (an welcher die Kanten bald stumpf gegeneinander stossen, bald ein wenig übereinander gelegt sind), und deshalb wird das Ziehen vorgenommen, während die Röhren weissglühend (schweisswarm) sind.[2]) Die in gehöriger Breite vorgerichteten Eisenschienen werden rotwarm zur annähernd richtigen Rohrgestalt mittels des Handhammers, oder einer Art Hebelpresse, oder eines Walzwerkes[3]) gebogen (oftmals nur am einen Ende), dann in einem Flammofen weiss geglüht und aus der Ofenthür unmittelbar (mit oder ohne Dorn) mittels einer Schleppzangen-Ziehbank durch das Zieheisen gezogen.

Letzteres besteht, um die Anwendung eines nach Erfordernis gesteigerten Druckes zu gestatten, aus zwei Teilen, deren jeder fast die halbe Lochrundung enthält. Für dünne Röhren gebraucht man Zangen von der allgemeinen Gestalt einer gewöhnlichen Schmiedzange, nur dass das Maul, quer hindurchgehend, ein Ziehloch enthält, welches durch kräftiges Zusammendrücken der Zangenschenkel fest geschlossen wird; für etwas stärkere Röhren ein feststehendes Gerät, an welchem der untere Teil eine wagerechte Eisenschiene mit z. B. fünf halbrunden Ausschnitten, der obere (an einem Gelenk aufzuhebende und niederzulassende) Teil ein langer Hebel mit entsprechenden und gleichen Ausschnitten ist; für die stärksten Röhren endlich zwei in einem Rahmen durch eine Schraube aufeinander zu pressende Backen, von welchen jeder die Hälfte der Lochrundung darbietet.

Gegenwärtig setzt man bei Erzeugung der geschweissten eisernen Röhren mit dem Ziehen meistens den Gebrauch von Walzen in Verbindung, oder bedient sich der letzteren ausschliesslich (s. unten).

Vierkantige eiserne Röhren (hohles Quadrateisen, S. 175) werden aus bereits geschweissten runden Röhren hergestellt, indem man diese an beiden Enden luftdicht verstopft, glühend macht und so durch viereckige Ziehlöcher zieht. Die innere durch die Hitze gespannte Luft verhindert hierbei das Einknicken.

3) Die bleiernen und zinnernen Röhren werden stets auf einer wagerechten Ziehbank gezogen, weil man sie von 75 bis 90 *cm* Länge, wie sie gegossen werden, durch das Ziehen oft bis auf 6, 9 und selbst 12 *m* ausstreckt, wozu der Raum in senkrechter Richtung nur mittels umständlicher Anstalten gewonnen werden könnte. Man zieht diese Röhren (von 6 bis 75 *mm* und noch mehr im Durchmesser) über einem schmiedeisernen, recht glatten und richtig runden Dorn, mit Ausnahme der engsten Arten, welche genug Wandsteifigkeit haben, um nicht einzuknicken, und bei denen das Ziehen ohne Dorn als ein Mittel nicht nur zur Verlängerung, sondern gleichzeitig zur Verengerung ihrer Höhlung benutzt wird. So kann z. B. ein Rohr von 12 *mm* Weite auf 6 *mm* innern Durchmesser gebracht werden. Kommt beim Ziehen mit Dorn das im vorstehenden schon mehrmals erwähnte Verfahren in Anwendung, den Dorn nebst dem Rohre durch das Zieheisen zu bewegen, so ist man in

---

[1]) Holtzapffel, Turning and mech. manip., Bd. 2, S. 963. D. p. J. 1887, **267**, 200 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1843, **87**, 352; 1854, **130**, 18; 1859, **151**, 25.

[3]) D. p. J. 1837, **66**, 331.

der Länge der Röhren beschränkt und kann diese nicht über 2,5 bis 3,5 *m* steigen lassen, weil sehr lange Dorne schwierig mit der erforderlichen Genauigkeit herzustellen und ebenso schwierig wieder aus dem Rohre herauszuziehen sind. Es giebt jedoch ein anderes Verfahren, durch welches die längsten Röhren mittels eines Dornes von nur 15 *cm* Länge hergestellt werden, indem der letztere mitten in der Öffnung des Zieheisens stehen bleibt, während die Röhre über ihn hingezogen wird und die Rohrwand sich zwischen Dorn und Ziehloch verdünnt. Das Ziehen der Bleiröhren ist indes, seitdem man gelernt hat, diese durch Pressen (s. w. u.) zu erzeugen, nicht mehr gebräuchlich.

c. Gewalzte Röhren. — Das Walzen findet hauptsächlich Anwendung bei Darstellung geschweisster schmiedeiserner Röhren (meistenteils runder, aber auch viereckiger und anderer). Die Einrichtung des Röhrenwalzwerkes gleicht im wesentlichen der des Eisen-Stabwalzwerkes, indem zwei — zuweilen drei — gusseiserne Walzen mit ringsherum laufenden Ausfurchungen den Hauptbestandteil ausmachen. Diese Furchen, welche an der Berührungslinie der Walzen Öffnungen von der äusseren Gestalt des Röhren-Querschnittes (also kreisrund, quadratisch u. s. w. nach Erfordernis) darstellen, sind in ihrer Aufeinanderfolge rücksichtlich der Grösse zweckmässig abgestuft, um mittels wiederholter Durchgänge die Röhren zu strecken. Das vorläufige Aufbiegen, als Vorbereitung der Rohrform, geschieht entweder ebenfalls zwischen Walzen, oder durch andere besondere Vorrichtungen, stets in rotglühendem Zustande der Eisenschienen. Zum Schweissen und Strecken der Röhre unter den Walzen muss aber Weissglühhitze gegeben werden; das Rohr steckt dabei auf einem Dorne, welcher nur allenfalls dann entbehrt werden kann, wenn die Schweissung mit stumpf gegeneinander stossenden Kanten stattfindet, oder wenn ein bereits geschweisstes Rohr durch Auswalzen sowohl in der Wand verdünnt, als im lichten Durchmesser verkleinert werden soll.

Das gebräuchlichste Verfahren der Erzeugung geschweisster Röhren durch Walzen ist folgendes:[1]) Unmittelbar gewalzte, oder aus Blech geschnittene Streifen entsprechender Breite und Dicke werden auf einer Art Ziehbank unter zwei Sticheln entlang gezogen, welche durch Spanabheben die Ränder der Streifen abschrägen. Nunmehr wird jeder Streifen an einem Ende erhitzt und mit Hilfe eines Gesenkes derartig eingebogen, dass man eine Rundung erhält, die etwas kleineren Durchmesser hat als die zu erzeugende Röhre. Das Werkstück wird dann in ganzer Länge rotwarm gemacht und durch einen Trichter, welchen Fig. 47 von der Eintrittsseite gesehen darstellt, so hindurch gezogen, dass der Streifen nach Fig. 48 gebogen wird, bezw. die Ränder desselben nach dieser Figur sich übereinander legen. In dem Trichter ist eine Rille, bezw. ein vorspringender Rand ausgebildet, vermöge dessen das richtige Übereinanderlegen der Blechränder herbeigeführt wird.


Fig. 47.


Fig. 48.

[1]) Vergl. auch D. p. J. 1887, **264**, 203 m. Abb.

Die so gerollten Streifen werden in einem Ofen schweisswarm gemacht und sodann dem Walzwerk übergeben. Dasselbe besteht aus zwei übereinander liegenden Walzen *A*, Fig. 49, mit halbrunden Furchen, zwischen denen ein, durch

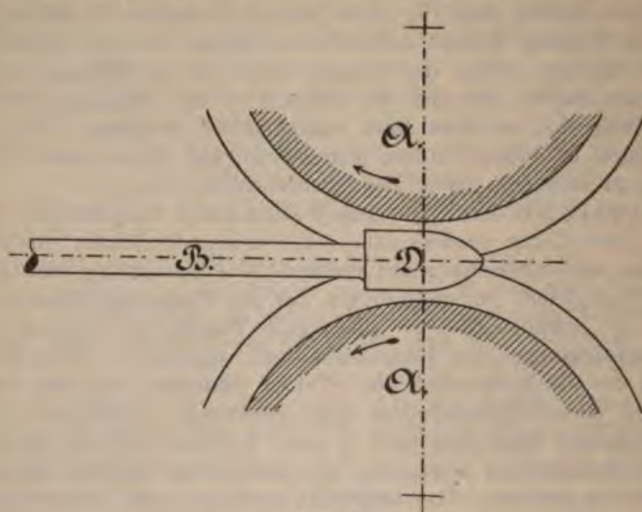


Fig. 49.

die Stange *B* getragener, bezw. gestützter Hartgussdorn *D* sich befindet. Man führt das Ende des vorgerollten schweisswarmen Rohres so gegen die Walzen, dass die Naht senkrecht über (oder unter) den Dorn zu liegen kommt, mit einiger Gewalt — selbstverständlich unter Zuhilfenahme einer Zange — gegen die Dornspitze, bezw. die Walzen, welche letztere es ergreifen und ungemein rasch zwischen sich hindurchführen, wobei lebhaftes, von dem raschen Ausquetschen der Schlacke herrührendes Knallen ertönt.

Dem ersten Walzen folgt — nach wiederholter Erwärmung auf Schweisshitze — ein zweites, bei welchem das Werkstück um etwa 60° gegen die erste Lage verdreht den Walzen dargeboten, auch ein etwas dickerer Dorn angewendet wird, um die beim ersten Walzen ungedrückt gebliebenen Stellen der Walzenpressung auszusetzen. Für bessere Röhren wird das Walzen unter Benutzung stufenweise abnehmender Furchenweiten und zunehmender Dorndurchmesser dreibis viermal vorgenommen.

Um zu verhüten, dass die Röhren sich beim Erkalten zu sehr verziehen, werden sie nach dem letzten Walzen auf der sogenannten Kratzbank mehrere Male durch Hartgussringe, welche scharf geschliffene Kanten haben, gezogen. Schliesslich finden die Vollendungsarbeiten (Richten, Abschneiden) statt.

Die in der Längenrichtung dieser Röhren verlaufende Schweissnaht ist, der Erfahrung gemäss, nicht bedenklich; man hat jedoch Herstellungsverfahren erdacht, bei welchen entweder keine Längsnaht, oder gar keine Naht vorkommt.

Dem soeben beschriebenen Verfahren am nächsten stehend ist die Erzeugung durch schraubenförmiges Zusammenlegen eines Blechstreifens und Verschweissens der Ränder desselben, welche Aufgaben durch eine einzige Maschine gelöst werden sollen.[1]) Andere Vorschläge gehen dahin, einen, mit (gebohrtem

[1]) D. p. J. 1888, **269**, 359 m. Schaubild.

der durchgeschlagenem, oder bei der Schweisspackenbildung freigehaltenem) Loch auszuwalzen.[1])

Am aufsehenerregendsten ist das Mannesmann'sche Verfahren zum Erzeugen der Röhren aus einem vollen Block.[2])

Ebenso wie man eiserne Röhren durch Auswalzen eines mit einem Loch versehenen Blockes herstellt, vermag man auch Messing- und Kupferröhren zu erzeugen.[3])

d. Gepresste Röhren (I, 289). Die bei jedesmaligem Durchziehen eines Rohres zu erzielende Verjüngung desselben hängt von der Ziehbarkeit des betreffenden Metalles (S. 234) ab; sie ist in allen Fällen nicht sehr gross. Bringt man die Verschiebung des Werkstückes durch das Ziehloch oder den Ziehring mittels Druckes hervor, und sorgt dafür, dass der gedrückte Teil des Werkstückes nur durch das Ziehloch zu entweichen vermag, so ist möglich, die gesamte Verjüngung mittels einmaligen Durchganges zu erreichen. Wegen der Grösse des erforderlichen Druckes ist jedoch das in Rede stehende Verfahren nur für weiche Metalle z. B. Blei, oder für durch starke Erhitzung erweichte Metalle zur Anwendung gekommen.

Bramah wurde bereits 1797 eine Presse zum Erzeugen der Bleiröhren patentiert[4]), allein 1822 bezweifelte man noch die Möglichkeit, geschmolzenes Blei auf diesem Wege zu behandeln.

Man presst Bleiröhren, Bleidraht u. s. w. jetzt entweder bei gewöhnlicher Temperatur, oder aus geschmolzenem Blei. Das Kaltpressen findet in folgender Weise statt: Die Pressform ist 45 bis 90 *cm* lang und hat innerlich einen solchen Durchmesser, dass sie genau passend ein gegossenes (allenfalls durch Eingiessen in die Pressform selbst gebildetes) Bleirohr von 5 bis 8 *cm* Wandstärke aufnimmt, dessen Höhlung beliebig weit ist. Der walzenförmige Fortsatz des Presskolbens, nämlich der Kern oder Dorn, passt in diese Höhlung und ist so lang, dass er noch in die Austrittsöffnung der Form (den Pressring) reicht, wenn der Kolben ganz zurückgezogen ist. Die Pressform liegt wagerecht oder steht senkrecht; übereinstimmend damit ist die Wasserdruck-Presse angebracht und zwar in gleicher Achsenlinie. Der Vorgang beim Pressen ist wesentlich derselbe wie beim Ziehen, mit dem Unterschiede, dass mit einem einzigen Durchgange die Wanddicke des Rohres die ganze geforderte Verminderung erleidet (z. B. auf 1,5 bis 5 *mm*). Die Länge des erzeugten Rohres steht im Verhältnisse dieser Verminderung der Wandstärke; d. h. sie ist desto grösser, je bedeutender die Metalldicke des gegossenen Rohres gegen jene des erzeugten gepressten Rohres genommen wird.

Hätte z. B. das gegossene Rohr 120 *mm*, das daraus gepresste 16 *mm* äusseren Durchmesser, bei 12 *mm* Weite, so fände (abgesehen von der Verdich-

[1]) D. p. J. 1880, **236**, 259; 1882, **246**, 144; 1883, **248**, 505; 1887, **264**, 477 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1887, **265**, 541 m. Abb.; 1888, **269**, 454 m. Abb., 503 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1888, S. 82, 169, 190, 206, 260, 842, 863 m. Abb.

[3]) Polyt. Centralbl. 1854, S. 1428.
D. p. J. 1841, **80**, 12; 1853, **130**, 26; 1854, **131**, 171.
Prechtl, Technolog. Encyklop., Bd 12, S. 10 m. Abb.

[4]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1822, Bd. 5, S. 403, Fussvermerk.

tung des Metalles, welche nur $^1/_{750}$ bis $^1/_{700}$ beträgt) eine Verlängerung auf d 127fache statt, d. h. aus 60 *cm* gegossenen Rohres entständen 76,2 *m* gepresst Rohr, und zwar in einer zusammenhängenden Länge. Man macht die dünn und engen Arten in Längen bis zu 18, 24, selbst 45 oder 60 *m*, die grösser bis zu 6 und 9 *m*.

Von dem vorstehend beschriebenen Verfahren des Kaltpressens d Bleiröhren unterscheidet sich das Warm- oder Heisspressen dadurc dass die eiserne Pressform auf einer Temperatur erhalten wird, bei we cher das Blei eben noch geschmolzen bleibt. Im Austreten aus der Öf nung, in welcher die Rohrbildung vor sich geht, erstarrt es (zu welche Behufe wohl auch eine besondere Kühlvorrichtung mit Wasser angebrac wird), und das Rohr kann (wie beim Kaltpressen) sogleich auf eine Tron mel aufgewickelt werden.

Anordnungen solcher Pressen findet man — ausser den w. u. no anzugebenden — in den hier verzeichneten Quellen.[1])

Es ist auch vorgeschlagen worden, das (geschmolzene) Blei mitte einer Pumpe durch die es gestaltende Mündung zu drücken.[2])

Wenn der Dorn einseitig in dem Pressring steckt, so eilt der en stehende dickere Rohrwandteil dem dünneren gegenüber vor (I, 291 das benutzt man, um gekrümmte Röhren zu erzeugen.[3]) Es ist ind auch vorgeschlagen worden, die gerade austretenden Röhren unmittelb vor dem Pressringe durch eine geeignete Vorrichtung zu biegen.[4])

Wenn man den zum Kaltpressen dienenden Block aus zwei gleic achsigen Röhren zusammensetzt, deren Stoffe gleiches Fliessungsve mögen besitzen, so entsteht eine Röhre, welche inwendig aus dem eine auswendig aus dem anderen Stoffe besteht. Man hat das benutzt, u Zinnröhren mit Bleimantel zu erzeugen.[5])

Die gepressten Röhren haben vor den gezogenen die ausgezeichne Dichtigkeit des Metalles voraus, vermöge welcher sie frei von Höhlungen u Poren äusserst glatt sind. — Wenn man sehr weite Röhren in dem Augenblic wo sie aus der Pressform hervortreten, der Länge nach aufschneidet und fla ausbreitet (beides durch eine mechanische Vorrichtung), so entstehen gepress Bleiplatten. Ist dagegen die Austrittsöffnung des Metalles klein und ke Dorn in derselben angebracht, so erhält man gepressten Bleidraht od Zinndraht. In derselben Weise werden dickere Bleistäbe, z. B. zur Erzeugu der Spitzkugeln für Gewehre, mittels einer Maschine von folgender Einrichtu verfertigt. An dem oberen Querbalken einer Wasserdruck-Presse ist niederwä stehend ein senkrechter, ungefähr 15 *cm* dicker und 60 *cm* langer eiserner K ben unbeweglich befestigt, der seiner ganzen Länge nach eine runde, unt trichterartig erweiterte Durchbohrung enthält. Derselbe dient als genau pa sender Kolben zu einem sehr starken trommelförmigen Behälter, dessen Höhlu mit Blei voll gegossen wird, und welcher selbst wieder den Presskolben d Wasserdruck-Presse bildet. Letztere wird, während das Blei noch heiss ist, Gang gesetzt, wobei ihr Kolben sich gegen den unbeweglichen Kolben langsa hebt; das Blei, welches unter dem Drucke keinen andern Ausweg hat, stei

---

[1]) D. p. J. 1858, **147**, 248 m. Abb.
The Engineer, Okt. 1883, S. 281 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1883, **250**, 199 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1877, **223**, 50 m. Abb; 1883, **248**, 20 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1885, **258**, 438 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1872, **203**, 432 m. Abb.

als runder Stab durch die Bohrung auf, tritt oben aus, wird seitwärts weggeleitet und auf eine grosse eiserne Spule aufgerollt.

Bei nachstehenden Wandstärken haben gepresste Blei- und Zinnröhren von verschiedener Weite ungefähr das beigesetzte Gewicht bei 1 *m* Länge:

Innerer Durchmesser *mm*	Gewicht bei 1 *m* Länge *kg*		Wanddicke, *mm*	
	Blei	Zinn	Blei	Zinn
4,5	0,38	0,17	1,7	1,33
6,5	0,50	0,25	1,7	1,33
8,7	0,64	0,32	1,7	1,33
13	1,07	0,51	2,0	1,5
16	1,50	0,62	2,3	1,5
19,5	1,94	0,75	2,5	1,5
26	2,54	1,31	2,5	2,0
32,5	3,12	1,63	2,5	2,0
39	3,70	1,93	2,5	2,0
52	5,89	3,19	3,0	2,5

Es sind folgende Wandstärken gefunden:

	Lichtweite *mm*	Äusserer Durchmesser *mm*	Wanddicke *mm*
Bleiröhren	10—156	16—167	3,0—5,5
"	10— 80	15— 95	2,5—7,5
"	4—140	8—154	2 —7
Zinnröhren	4— 26	9— 33	2,5—3,5

Allgemein findet sich annähernd genug das Gewicht von 1 *m* Rohr in Grammen (P) aus der Formel

$$P = 3{,}14\,(D + d)\,d\,.\,s,$$

worin D den innern Durchmesser und d die Wanddicke, beide in Millimetern ausgedrückt, bezeichnen und s (das Einheitsgewicht) für Blei = 11,36, für Zinn = 7,45 gesetzt werden kann.

Die Reissfestigkeit für 1 *qmm* ergab sich nach Tresca's Versuchen[1]) bei gepressten Röhren von Blei im Durchschnitt zu 1,54 *kg*, bei solchen von Zinn zu 2,42 *kg*.

Neuerdings ist vorgeschlagen worden[2]), auch Röhren aus (flüssigem) Eisen oder Stahl durch die Strangpresse zu bilden.

[1]) Bulletin d'Encouragem. 1871, S. 193.
[2]) D. p. J. 1885, **255**, 323 m. Abb.

III. Abschnitt.

Fernere Ausarbeitung der Metallgegenstände.

Den hier zu behandelnden Stoff kann man zerlegen in die Bearbeitungsverfahren des Bleches und des Drahtes, sowie diejenigen, bei denen die Umgestaltung durch Spanabheben stattfindet.

A. Blechbearbeitung.

Das Blech wird weiter bearbeitet: 1) durch Beschneiden bezw. Ausschneiden bestimmter Gestalten, 2) durch Biegen, 3) durch derartiges Verschieben seiner Teilchen, dass es mehr oder weniger vertiefte Gestalten annimmt.

1. Das Zerlegen und Lochen des Bleches.

Es findet fast immer mittels der Schere (I, 359), selten mittels Abkneipens (I, 374) oder Ausschlagens statt.

Die Blechscheren, wie alle Metallscheren, unterscheiden sich von den für weichere Stoffe bestimmten dadurch, dass sie — den zu überwindenden grösseren Widerständen entsprechend — viel kräftiger gebaut sind als letztere. Insbesondere wird auch der gegensätzlichen Führung der Blätter grössere Aufmerksamkeit gewidmet.

Dicke Zinkplatten können in Ermangelung einer genügend starken Schere auf folgende Weise leicht zerteilt werden: Man befettet mittels eines mit etwas Talg getränkten wollenen Lappens die Zinkplatte in der Richtung, nach welcher die Trennung erfolgen soll, und zwar längs eines etwa daumenbreiten Streifens; ritzt dann mit einem spitzigen Werkzeug (etwa mit einer zugespitzten Feile) nach einem aufgelegten Lineale in jener gefetteten Stelle eine in das Metall eindringende Linie; überfährt diese mit einem in verdünnte Schwefelsäure getauchten Haarpinsel; lässt in das eine Ende der so angeätzten Ritze einen Tropfen Quecksilber fallen und denselben durch schwache Neigung der Platte bis ans andere Ende laufen. Hierdurch verquickt (amalgamiert) sich das Zink längs der Linie und wird so spröde, dass es mit andauerndem mässigen Drucke über der Kante des Tisches durchgebrochen werden kann.

Die kleinsten Blechscheren werden aus freier Hand geführt (Handscheren)[1]), und haben im allgemeinen die Gestalt der Leinwandscheren,

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1842, 343 m. Abb.
Holtzapffel, Turning u. s. w., Bd. II, S. 914 m. Abb.
D. p. J. 1885, **258**, 203 m. Abb.

nur dass ihre Blätter, im Verhältnisse zu den Griffen, sehr kurz sind, um die Anwendung einer grossen Kraft zu gestatten, und dass die Griffe ohne Öhre, einfach nach einwärts gebogen sind, um bequem mit der ganzen Hand umfasst und zusammengedrückt zu werden.

Man hat Hand-Blechscheren von 12 bis 30 *cm* Länge, wovon ein Fünftel bis ein Viertel auf die Länge der Schneiden zu rechnen ist. Um krumme Schnitte mit Bequemlichkeit zu machen, giebt man den dazu bestimmten Scheren eine solche Gestalt, dass die Blätter aus der Ebene schnabelartig aufgebogen sind, wonach das eine Blatt auf der gewölbten, das andere auf der hohlen Seite dieses Bogens liegt; auch hat man dem Gelenk eine solche Lage gegeben, dass das Arbeitstück während des Schneidens keine Biegung anzunehmen braucht (I, 362).

Grössere Scheren werden beim Gebrauche im Schraubstocke befestigt, oder sind in einem niedrigen hölzernen Klotze bleibend fest gemacht (Stockschere, Bockschere)[1]). Sie haben zweierlei Bauart. Nach der ersten Art wird im wesentlichen die Form der Handscheren beibehalten; nur fällt der Griff des oberen Blattes weg und die Verlängerung dieses Blattes hinterhalb des Gelenkes dient nur zur Befestigung der Schere. Der Griff des unteren Blattes ist dagegen sehr lang, ganz gerade und wird mit Kraft niedergedrückt, um die Schere zu schliessen. Bei den Scheren der zweiten Art liegt das Gelenk, um welches das bewegliche Blatt sich dreht, am äussersten Ende der Schere, der Griff aber bildet die unmittelbare Fortsetzung des beweglichen Blattes (welches hier das obere ist), folglich einen einarmigen Hebel. Diese Bauart ist für die grössten Stockscheren stets vorzuziehen, denn sie gewährt a. eine bequemere Handhabung, weil das bewegliche Blatt das obere ist, folglich das Blech auf dem unbeweglichen Blatte liegt, ausserdem die Stellung der Öffnung (nach dem Arbeiter hin) das Einschieben des Bleches erleichtert; b. mehr Festigkeit und Dauerhaftigkeit in dem Gelenk, da unter übrigens gleichen Umständen der Druck auf den Bolzen oder Drehzapfen geringer ist; und c. für gleiche Übersetzung der Kraft (d. h. für gleiches Verhältnis der Hebelarme bei gegebener Länge der Schneiden) eine geringere Länge der ganzen Schere.

Stockscheren haben Schneiden von 8 bis 30 *cm* und manchmal noch etwas grösserer Länge; der Hebel zur Anlegung der Hände muss wenigstens 4 bis 5mal so lang sein als die Schneidkante. — Beim Gebrauche sowohl der Hand- als der Stockscheren ist es wesentlich, dass man, durch eine gehörige Richtung des mit der Hand ausgeübten Druckes, die Blätter in genauer Berührung miteinander erhält; der Schnitt wird sonst nicht rein (I, 360), und die Schere wird im Gelenk locker, wodurch sie allmählich immer mehr an Brauchbarkeit verliert.

Zuweilen versieht man die Hand- oder Stockscheren mit besonderen Einrichtungen. So ist eine Abänderung der Stockscheren vorgeschlagen worden, welche darin besteht, dass der Druck mittels eines zusammengesetzten Hebels ausgeübt wird, um eine grössere Kraftanwendung zu gestatten.[2]) — Die einarmige Stockschere kann man an einer über den Drehpunkt hinausgehenden Verlängerung des Hebels mit einem Gegengewichte versehen, welches die Schere von selbst öffnet oder wenigstens deren Öffnen erleichtert. — Um Blechstreifen von vorgeschriebener gleicher Breite zu schneiden, bringt man einen Anschlag an, der das zwischen die Schneiden eingeschobene Blech nur bis zu einem bestimmten Punkte vordringen lässt, dessen Entfernung von den Schneiden also die Breite des abzuschneidenden Streifens festsetzt.[3])

Zum Aufschneiden röhrenförmiger Drahtfedern, um deren schraubenartige Windungen einzeln in Gestalt kleiner Ringelchen darzustellen, bedient man sich einer sehr kleinen Handschere mit kurzen, scharfspitzigen Blättern, welche

---

[1]) D. p. J. 1850, **116**, 178; 1852, **124**, 163; 1859, **153**, 182 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1827, **23**, 214 m. Abb.
Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1862, S. 137 m. Abb.
[3]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1871, S. 135 m. Abb.

übrigens ganz mit einer Leinwandschere übereinstimmt. Man macht auch wohl an diesem Werkzeuge (der sogenannten **Ringelschere**) das eine Blatt lang und stumpf, das andere (welches ins Innere der Drahtröhrchen gelangen soll) kürzer, sehr schmal und spitzig.

Die grössten Scheren werden durch Wasser- oder Dampfkraft in Bewegung gesetzt (daher **Maschinenscheren**).

Sie sind entweder **Gelenkscheren**[1]), häufiger **Gleisscheren** (Parallelscheren)[2]); bei letzteren findet die Verschiebung des beweglichen Scherblattes entweder durch Krummzapfen oder durch Wasserdruck statt. Letzterer wird insbesondere für Scheren zum Zerlegen der dicksten Bleche angewendet.

Diese Scheren sind auch wohl mit Vorrichtungen versehen, welche das Blech festklemmen, so dass das Kippen des Werkstückes verhindert wird.[3])

Die Blätter der Maschinenschere sind regelmässig auswechselbar; ihr Kantenwinkel beträgt meistens 75° bis 85°. Eins der Blätter ist am Maschinengestell befestigt, während das zweite sich meistens auf und nieder bewegt. Die Führung des beweglichen Scherblattes, bezw. des Maschinenteils, an welchem es befestigt ist, findet nun entweder dadurch statt, dass es sich um den Gelenkbolzen des betreffenden Hebels dreht (in diesem Fall spricht man von Gelenkscheren) und dabei das Gelenk (welches der grösseren Standhaftigkeit halber vielfach in Gestalt einer kräftigen, mit dem Hebel fest verbundenen, in zwei am Maschinengestell festen Lagern sich drehenden Welle ausgebildet wird) so eingerichtet ist, dass es die beiden Scherblätter zusammendrückt (I, 360), oder dadurch, dass der Maschinenteil, welcher das bewegliche Scherblatt trägt, in festen geraden Gleisen gleitet. In beiden Fällen müssen die Kanten der Scherblätter in der Schnittebene einen Winkel einschliessen, welcher, um die Länge des Scherblattes möglichst auszunutzen, im allgemeinen so gross als möglich gewählt wird, aber keinenfalls grösser als der Reibungswinkel werden darf (I, 361). In Fig. 50 bezeichnet w das Werkstück, A das bewegliche obere

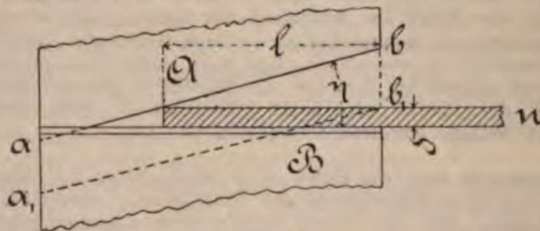


Fig. 50.

Scherblatt, B das feste untere Scherblatt, $\overline{ab}$ die Kante des ersteren in der Lage, in welcher sie das Werkstück trifft, welche gleichzeitig die höchste zulässige ist,

[1]) Annales industr., Sept. 1882, S. 335 m. Abb.
Portef. économ. d. machines, 1883, S. 180 m. Abb.
The Engineer, Dec. 1886, S. 443 m. Schaub.
Engineering, Juli 1887, S. 12 m. Schaub.

[2]) Z. d. V. d. I. 1866, S. 707 m. Abb.
The Engineer, Aug. 1882, S. 90 (3,36 *m* lange Blätter) m. Schaub.
Publ. industr. 1880, Bd. 26, S. 115 m. Abb.
Revue industr., Aug. 1883, S. 344 m. Schaub., S. 359 m. Schaub.
Revue industr., Dec. 1883, S. 484 (3,2 *m* lange Blätter) m. Schaub.
D. p. J. 1885, **258**, 203 m. Abb.; 1887, **264**, 56 m. Abb.; 1888, **267**, 499 m. Abb.

[3]) Vergl. Z. d. V. d. I. 1888, S. 967 m. Abb.

da die linkseitige Ecke a hinter dem Scherblatt B bleiben muss. Obgleich nun ein recht grosser Winkel η zwischen die Scherblattkanten gelegt ist ($tg\eta = 1/4$), so ist doch ein erheblicher Teil der Scherblattlänge zum Schneiden nicht brauchbar. Dieser Teil nimmt zu mit der Dicke δ des Werkstücks. Man verwendet deshalb für dünne Bleche wohl den Winkel $\eta = 5°$, steigert aber die Grösse desselben mit der Blechdicke, so dass die Scheren für die dicksten Bleche mit dem Scherwinkel $\eta = 14°$ ($tg\eta = 1/4$) bis höchstens $\eta = 20°$ ausgestattet werden. Die Mitte des Widerstands schreitet von links nach rechts (in bezug auf Fig. 50) fort; das stört bei den Gelenkscheren nur insofern, als das Hebelverhältnis sich fortwährend ändert, während bei Gleisscheren eigentlich der Angriffspunkt der wirkenden Kraft mitwandern müsste. Das umgeht man (bei Gleisscheren mit weniger als 50 *cm* Scherblattlänge) durch entsprechende Länge der Gleise, welche so befähigt werden, den auftretenden gewaltigen Drehkräften erfolgreich zu widerstehen; oder durch Anordnung zweier Angriffspunkte (z. B. indem zwei Lenkstangen, welche durch Krummzapfen gleichartig bewegt werden und an zwei, den Enden des beweglichen Scherblattes nahe liegende Bolzen greifen) für die wirkende Kraft. Bei Gleisscheren ändert sich der Winkel η nicht, wohl aber bei Gelenkscheren. Letztere bedingen daher eine solche Wahl des Winkels η, dass dessen grösster Wert den Reibungswinkel nicht überschreitet, da man eine Krümmung der Scherblätter (I, 361) für kräftige Maschinenblechscheren vermeidet. Die Gelenkschere ist deshalb für grosse Scherblattlängen nicht verwendbar; bei geringeren Scherblattlängen (40 *cm* und weniger) können zuweilen die Vorteile der Gelenkscheren diejenigen der Gleisscheren überwiegen; in Deutschland zieht man letztere fast immer den ersteren vor.

Es giebt auch Gelenkscheren, bei denen das bewegliche Scherblatt vermöge sinnreicher Hebelanordnung seine Richtung gegenüber dem Werkstück nicht ändert, welche also auch für lange Schnitte sich eignen.[1])

Um längere Schnitte auszuführen, muss man das Blech wiederholt verschieben, wobei an den Schnittgrenzen sich unreine Stellen ausbilden. Man macht deshalb die Scherblätter zuweilen bis 3,6 *m* lang, häufiger jedoch, um die Maschine nicht zu teuer werden zu lassen, nur 30 bis 60 *cm*. Die Hubhöhe des beweglichen Scherblattes lässt sich leicht aus Fig. 50 ableiten, in welcher $\overline{a_1 b_1}$ die untere Lage der oberen Scherblattkante bezeichnet. Es ist die Hubhöhe $\overline{bb_1}$ so hoch zu wählen, dass:

$$tg\eta = \frac{\overline{bb_1}}{l}$$

wird, wenn l die Länge bezeichnet, um welche das dickste, mittels der Schere zu zerlegende Blech zwischen die Scherblätter geschoben werden kann. Über den erforderlichen Kraftaufwand sind (I, 364) bereits Angaben gemacht; über neuere Versuche[2]) wolle man in der Quelle nachlesen.

An einer grossen Gleisschere wurde von E. Hartig beobachtet: Länge des unteren (wagerechten) Blattes 70 *cm*, Hubhöhe des oberen 75 *mm*, grösste zu schneidende Blechdicke 38 *mm*, Scherwinkel 10°, Zuschärfungswinkel der Schneiden 85°, Dicke der Blätter 35 *mm*, Ausladung (wagerechter Abstand der Blätter vom Gestell, also grösster Abstand einer Schnittfläche vom Rande des Arbeitstückes) 70 *cm*, Zahl der minutlichen Schnitte 7, mittlere Geschwindigkeit des bewegten Blattes 17 *mm* sekundlich, stündliche Leistung 2,99 *qm* Schnittfläche in Eisenblech von 25 *mm* Dicke, Arbeitsverbrauch im Leergang 0,68 Pferdestärken, im Arbeitsgang 7,23 Pferdestärken; Gewicht der ganzen Maschine 13 200 *kg*.

Für längere Schnitte in dünnem Blech eignet sich die Kreisschere (I, 365) sehr gut. Da jedoch die Scheibendurchmesser derselben 80 bis 200 mal so gross sein müssen, wie die Blechdicke beträgt, die Erzeugung

[1]) D. p. J. 1880, **236**, 289 m. Abb.; 1883, **248**, 270 m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1888, S. 77 m. Ab.

grösserer — natürlich gehärteter — Scheiben aber erheblichen Schwierigkeiten begegnet, so beschränkt sich die Anwendung der Kreisschere auf solche Bleche, deren Dicke 3 *mm* nicht überschreitet.

Für solche Bleche kann 50 *cm* Umfangsgeschwindigkeit der Scheiben (also ebensogrosse Schnittgeschwindigkeit), für dünnere Bleche bis 80 *cm* Umfangsgeschwindigkeit angewendet werden.

Um Blechtafeln in einem einzigen Durchgange in mehrere Streifen zu zerlegen, bringt man eine entsprechende Anzahl Schneidscheibenpaare auf längeren Wellen in geeigneten Abständen an.[1])

Besonders eingerichtete Kreisscheren sind geeignet, krummlinige (I, 365), insbesondere kreisbogenförmige oder länglichrund verlaufende Schnitte zu erzeugen.[2])

Häufiger werden krummlinige, überhaupt andere als geradlinige Schnitte mittels besonders gestalteter Scherblätter, insbesondere mittels der Durchschnitte (I, 367) erzeugt.

Ein Unterschied zwischen der Wirkungsweise der in der Blechebene einen irgendwie, jedenfalls nicht geradlinig verlaufenden Schnitt hervorbringenden Scherblätter und dem Stempel und dem Lochring des Durchschnitts besteht darin, dass sich die bei dem Eindringen des Stempels in das Blech auftretenden wagerechten Kräfte gegenseitig aufheben, während die gleichen, die Erzeugung eines nicht geschlossenen Schnittes begleitenden Kräfte einseitig wirkend bestrebt sind, die Scherblätter voneinander zu drängen. Die Führung eines Stempels gelingt daher viel leichter als diejenige des beweglichen Scherblattes. Gewöhnlich liegen die Kanten des Lochringes und Stempels in gleichlaufenden Ebenen, so dass sie in ihrer ganzen Ausdehnung zu gleicher Zeit angreifen, eindringen und den Bruch herbeiführen, während die unter dem Scherwinkel η, Fig. 50, einander gegenüberliegenden Scherblattkanten allmählich eingreifen (s. über die Mittel, vermöge welcher der Durchschnitt auch allmählich wirkt, I, 368).

Es steigert sich daher der dem Stempel entgegentretende Widerstand stetig bis zum grössten Wert (der Scherfestigkeit der Trennungsfläche I, 119), um alsdann plötzlich auf den Reibungswiderstand, welchen der Stempel in dem gebildeten Loch erfährt, zu sinken. Es ist daher der dem Durchschnitt entgegentretende Widerstand im allgemeinen ungleichmässiger und in seinem grössten Werte erheblich grösser, als der bei der Schere auftretende, was sich sowohl bei Hand- als auch Maschinendurchschnitten fühlbar macht. Man verwendet für letztere meistens ein Schwungrad als ausgleichendes Mittel, was übrigens auch bei den Blechscheren selten fehlt. Da nun gleiche Bewegungs- und ähnliche Widerstandsverhältnisse bei beiden hier verglichenen Maschinen vorliegen, so vereinigt man häufig beide in eine.

Die Reibung des Stempels in dem von ihm gebildeten Loch ist beträchtlich; sie tritt nicht allein beim Vorwärtsgange, sondern auch beim Rückwege des Stempels auf, so dass nicht allein der letztere mit einiger Kraft zurückgezogen, sondern auch das Werkstück gehindert werden muss, an der Rückwärtsbewegung teilzunehmen. Man bringt daher dem Lochring gegenüber einen gewöhnlich klauenartig gestalteten festen Abstreifer an, zwischen welchen und den Lochringrand das Blech bequem geschoben werden kann.

---

[1]) D. p. J. 1885, **258**, 206 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1862, **164**, 23 m. Abb.; 1880, **236**, 22 m. Abb., 290 m. Abb.; **237**, 103 m. Abb.; 1886, **260**, 252 m. Abb., **262**, 66 m. Abb.; 1887, **264**, 58 m. Abb.

Für den Arbeitsverbrauch N in Pferdestärken fand Hartig, auf Grund mehrerer Versuche den Ausdruck:

$$N = N_0 + 3{,}71 \,.\, F \,.\, \alpha$$

in welchem N_0 den Arbeitsaufwand für den Leergang, F die stündlich erzeugte Schnittfläche in *qm* und α den Arbeitswert des Durchschnitts (in *mkg*) bezeichnet. Für Schmiedeisen und zwar für die Blechstärke $\delta = 4$ bis 55 *mm* soll die Arbeit, welche 1 *qmm* Schnittfläche verbraucht:

$$\alpha = 0{,}25 + 0{,}0145 \,.\, \delta \quad \text{in } mkg$$

betragen.

Für den Leergang der durch Riemen betriebenen Durchschnitte können nach Hartig die Werte N_0 der folgenden Zusammenstellung entnommen werden, welche auch die zugehörigen Werte von α enthält:

Grösste Blechdicke $\delta =$	10;	20;	30;	40;
Zahl der minutl. Schnitte $n =$	10;	9,2;	8,3;	7,5.
Arbeitsverbrauch beim Leergang $N_0 =$	0,16;	0,32;	0,55;	0,82 Pdst.
Arbeitswert f. 1 *qmm* Schnittfl. $\alpha =$	0,395;	0,540;	0,685;	0,830 *mkg*.

An einem sehr grossen Durchschnitt wurde gefunden: Grösste Blechdicke 38 *mm*, grösster Stempeldurchmesser 36 *mm*, Stempelhub 75 *mm*, Ausladung 700 *mm*, Zahl der minutl. Stempelspiele 7,7, daher mittlere sekundl. Stempelgeschwindigkeit 19,4 *mm*, stündliche Schnittfläche in 25 *mm* dickem Eisenblech (bei 36 *mm* im Quadrat messendem Stempel $F = 1{,}86$ *qm*, Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 1{,}02$ Pferdest., im Arbeitsgang $N = 4{,}48$ Pferdest., Gewicht der Maschine 13 200 *kg*.

Die (S. 362) erwähnten, in der Ebene des Blechs auftretenden Kräfte heben, wie angeführt, in bezug auf den Stempel sich gegenseitig auf; gleiches ist der Fall hinsichtlich des Bleches. Sie sind indes so gross, dass sie häufig eine Verschiebung auch derjenigen Blechteile herbeiführen, welche das gebildete Loch umgeben, also die Lochumgebung strecken oder auch verzerren. Dieser Umstand schliesst die Anwendung des Durchschnittes für solche Blechgegenstände, welche (wie z. B. die Wände der Dampfkessel, die Teile eiserner Brücken) bestimmt sind, demnächst grossen Kräften Widerstand zu leisten, aus, indem die ungestüm verlaufende Streckung nur zu häufig einen Riss einleitet.[1]) Aber auch dann, wenn die Festigkeit der Werkstücke weniger wichtig ist, muss die stattfindende Streckung beachtet werden, indem z. B. mehrere anzubringende Löcher etwas näher aneinander vorgezeichnet werden (I, 668), als sie schliesslich liegen sollen. Reicher gegliederte Durchbrechungen verlangen aber besondere Kunstgriffe. So werden bei Erzeugung gelochter (perforierter) Bleche sämtliche Löcher einer Reihe zu gleicher Zeit erzeugt, für andere Zwecke die Durchbrüche so nacheinander ausgeführt, dass die zur Zeit eintretenden zerrenden Kräfte ausser stande sind, die Lochumgebungen über ein zulässiges Mass hinaus umzugestalten.[2]) Sehr wirksam ist im vorliegenden Sinne auch das Einklemmen des Werkstückes während des Eindringens des Stempels. Es wird zu dem Zwecke die — bei reicherer Lochgestalt stets zur Anwendung kommende — besondere Stempelführung, die auch als Abstreifer dient, kräftig auf das Werkstück niedergedrückt, bevor der Stempel angreift, der Lochring oder die Mater aber ebenso wie diese Führungsplatte dem festzuklemmenden Blech gegenüber eben ausgebildet.

Bei den Maschinen-Durchschnitten[3]), welche, wie (S. 264) schon er-

---

[1]) Vergl. D. p. J. 1886, **262**, 257.
[2]) D. p. J. 1879, **232**, 112 m. Abb.
[3]) Z. d. V. d. I. 1866, S. 707 m. Abb.
Engineering, Sept. 1880, S. 228 m. Abb., April 1880, S. 284 m. Abb.
The Engineer, Febr. 1882, S. 107 m. Abb., Juni 1884, S. 451 m. Abb.
Revue industr., Aug. 1883, S. 344 m. Schaub., S. 359 m. Schaub., Mai 1883, S. 218 m. Abb.
D. p. J. 1887, **264**, 57 m. Abb.

wähnt, meistens mit schwerem und sich rasch drehenden Schwungrad versehen sind, bedarf man einer Ausrückvorrichtung, welche geeignet ist, den Niedergang, bezw. die Arbeitsbewegung des Stempels jederzeit oder doch vor dem Angriff desselben zu unterbrechen, ohne das Schwungrad ausser Betrieb zu setzen, da der Arbeiter verschieden lange Zeit zum genauen Vorlegen des Werkstückes gebraucht, und ein vorzeitiges Eindringen des Stempels grossen Schaden verursachen würde. Man hängt dann wohl den Schlitten, welcher den Stempel trägt, so auf, dass er sich nach stattgehabter Auslösung des Betriebes selbstthätig zurückzieht. Auch für Blechscheren werden derartige Einrichtungen vielfach angewendet. Durchschnitte (wie Scheren), welche durch Wasserdruck, Handhebel oder Schraube betrieben werden, bedürfen derartiger Sicherheitsvorrichtungen nicht.

Hinsichtlich der höchsten Stosszahl, für welche die Durchschnitte einzurichten sind, weichen die Ansichten weit auseinander: die einen wollen den Betrieb des Stempels für jeden einzelnen Stoss einrücken, geben daher dem Krummzapfen eine grössere Geschwindigkeit, während die anderen die Aus- bezw. Einrückung nur ausnahmsweise zu benutzen beabsichtigen und deshalb die Geschwindigkeit des Krummzapfens so bemessen, dass der Arbeiter in der Regel ohne weiteres zu folgen vermag. Bei Handzuschiebung erzeugen grosse Durchschnitte in dicken Blechen minutlich 4 bis 7, kleine, in dünnen Blechen bis 20 Schnitte; durch selbstthätige Verschiebung (seitens der Maschine), die z. B. bei Verfertigung gelochter Siebbleche angewendet wird, ist man im stande, die Zahl der minutlichen Stempelspiele bis 120 zu steigern, wobei wohl bis 150 Stempel gleichzeitig bewegt werden.

Ausschlageisen (I, 374) sind nur für dünne Bleche verwendbar. In einfachster Gestalt gleichen sie den gewöhnlichen Meisseln und dienen zur Erzeugung gerader Schnitte. Um Blech nach einer krummen Linie zu zerlegen, gestaltet man die Schneide des Meissels mondsichelartig, und geschlossene, oft reich gegliederte Schnitte werden durch (eigentliche) Ausschlageisen, deren Schneide dementsprechend verläuft, hervorgebracht.

2. Biegen.

Oft wird der Blechschere eine Vorrichtung angefügt, welche unmittelbar nach dem Zerlegen eine Biegung hervorbringt.

Es gehören hierher die Einrichtungen, welche bestimmt sind, die abgeschnittenen Stücke gerade zu biegen. Man pflegt das zu zerschneidende Blech so vorzulegen, dass es auf dem unbeweglichen Scherblatt ruht; das um den Scherwinkel gegen dieses geneigte bewegliche Scherblatt biegt das abgeschnittene Stück allmählich aus der Ebene des Bleches, krümmt es somit. Bringt man nun gegenüber dem beweglichen Scherblatt eine Leiste entsprechender Breite an, welche kräftig gegen das abgeschnittene Blechstück drückt, aber mit dem beweglichen Scherblatt sich fortbewegt, so erfolgt das Geraderichten jenes Blechstückes ohne Schwierigkeit.

Die Biegevorrichtungen bestehen im übrigen aus Klemmen, welche einen Teil des Bleches festhalten und anderen Werkzeugen, welche sich den Klemmen gegenüber bewegen, oder aus drei so einander gegenüber gelegten Leisten bezw. Walzen, dass zwischen dieselben gelegtes Blech durchgebogen sein muss (vergl. I, 312).

Röhren aus schwarzem und verzinntem Eisenblech u. s. w. werden mittels eines einfacheren Walzwerkes leicht, schnell und richtig hergestellt. Dasselbe[1])

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1842, Bd. 12, S. 5 m. Abb.

besteht aus nur zwei Walzen, welche bei einer Dicke von 5 *cm* oder darunter aus Eisen, bei grösserem Durchmesser aus Holz gemacht sind. Die untere Walze ist mit einer ihrer Länge nach aufgelegten und angeschraubten Eisenschiene versehen, um eine Furche zu bilden, in welche der Rand einer zu biegenden Blechtafel eingeschoben werden kann. Die obere Walze liegt von der unteren nur so weit entfernt, als die Blechdicke erfordert. Wird demnach die Unterwalze, an welcher der Blechrand wie gesagt eingeschoben ist, einmal um ihre Achse gedreht, so nötigt die Oberwalze (Druckwalze) das Blech, sich an den Umkreis der ersteren anzuschmiegen und eine Röhre zu bilden, welche nach dem Herausheben der Walze aus ihren Lagern, in der Längenrichtung davon abgezogen werden kann. Jeder andere Röhrendurchmesser erfordert hier eine andere Unterwalze; man kann daher zweckmässig für zwei verschiedene Weiten zwei Walzen einander gegenüber neben eine gemeinschaftliche Mittelwalze legen, welche für beide zugleich als Druckwalze wirkt. Reicht die Breite des Bleches nicht, die Walze rundum zu bekleiden, so entsteht eine offene Rinne; sonst werden Rinnen über einem halbwalzenförmigen Holzklotze gebogen, wobei die zur Verstärkung dienenden Wülste an ihren Längenkanten durch Aufrollen des Bleches um einen mittels Kurbel umgedrehten runden Eisenstab entstehen.

In einfachster Art biegt man z. B. ein Blech *w*, Fig. 51, indem es mittels der Zange *z* festgehalten, auf einen Dorn *d* (oder das Horn des Amboss, S. 204) gelegt und der überstehende Rand mittels des Hammers *h* niedergedrückt wird. Da man nur einen die Biegung herbeiführenden Druck ausüben, aber keine andere Umgestaltung des Bleches veranlassen will, so bedient man sich gern eines hölzernen oder sonstwie mit elastischer Bahn ausgestatteten Hammers (I, 552).

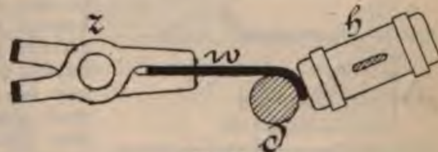


Fig. 51.

Scharfkantige Biegungen werden ebenso, jedoch an der Kante des Ambosses oder einer ebenen Platte ausgeführt, rascher und besser aber mittels der Falz- oder Abkantmaschine, von denen eine Art fälschlich auch wohl Stanzmaschine heisst, weil sie gleiche Einrichtung besitzt, obgleich sie anders wirkt. Die letztere Biegmaschinenart besteht aus einem prismatischen Untergesenk, auf welches man das Blech legt, um es mittels eines kräftig niedergedrückten Obergesenkes, welches im wesentlichen der Abklatsch des Untergesenkes ist, nach der Gestalt der Gesenke zu biegen (I, 312)[1]. Es gehören hierher viele Maschinen, welche zur Verfertigung des sogenannten Wellbleches dienen[2], ebenso eine eigenartige Röhrenbiegmaschine, wenngleich beide Maschinenarten keine scharfen, sondern gerundete Biegungen hervorzubringen haben.

Die zuletzt genannte Biegemaschine[3] ist, der ganzen Zusammensetzung nach, für starkes Blech berechnet. Der Blechstreifen wird flach auf einen langen schmalen eisernen Schlitten gelegt, welcher seiner ganzen Länge nach in der obern Fläche eine Rinne von halbkreisförmigem Querschnitt enthält und auf dem Gestelle langsam fortgleitet. Hiermit geht das Blech zuerst unter einer mit einem halbrunden Wulst versehenen Walze oder Rolle durch, welche den

[1] Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1855, S. 6 m. Abb.
[2] D. p. J. 1880, **238**, 27 m. Abb.; 1882, **244**, 276 m. Abb.; 1883, **247**, 139 m. Abb.; 1883, **250**, 149 m. Abb.
[3] D. p. J. 1849, **112**, 261.

mittleren Teil in die Rinne des Schlittens ziemlich hineindrückt und ein schräges Aufsteigen der Ränder veranlasst, so dass der Querschnitt des Streifens nun einen stumpfen Winkel mit abgerundetem Scheitel darstellt. In Verfolgung seines Weges gelangt das so vorbereitete Blech ferner unter eine zweite ähnliche Rolle, durch welche es vollständig in die Rinne hineingepresst und zu einem Troge mit halbkreisförmigem Boden und nahezu senkrechten Seitenwänden geformt wird. Unter dieser zweiten Rolle hervortretend, schiebt sich das Blech über den abgerundeten Kopf eines eisernen Dornes, und gelangt zugleich zwischen ein Paar Walzen, deren Achsen so gegeneinander geneigt sind, dass sie die Seitenwände der halbfertigen Röhre von oben her über den Dorn niederlegen. Endlich geht das Rohr samt dem in ihm steckenden Dorne unter einer letzten, rundum rinnenartig ausgefurchten Walze mit wagerechter Achse durch, damit die Ränder vollends niedergebogen werden und die Fuge auf dem Dorne anliegend sich schliesst.

Eine andere Gruppe der Maschine für scharfkantige Biegungen hat als Ausgangspunkt die Falzbohle (I, 313), d. h. es wird der eine Teil festgehalten, beziehungsweise eingespannt, während der andere Blechteil aus seiner Lage fortbewegt wird.

Häufig ist die Anordnung nach Fig. 52 getroffen. Es bezeichnet B einen am Maschinengestell festen Stab, dessen spitzige Kante durch eine aufgeschraubte gehärtete Stahlschiene gebildet ist, A einen zweiten, aber senkrecht verstellbaren Stab, welcher ebenso wie der vorige mit einer Stahlkante ausgerüstet ist. Zwischen die beiden Stahlkanten wird nun das Blech w geklemmt, nachdem man die Breite des dem übrigen Blech gegenüber zu biegenden Teiles dadurch genau gewonnen hat, dass der Blechrand gegen den Rand der einstellbaren Schiene D geschoben worden ist. Nunmehr bewegt man den Stab C, welcher um zwei an den Giebelseiten der Maschine gelagerte Zapfen (oder zwischen Spitzen, I, 579) drehbar ist, mittels seiner Handhabe so weit nach oben, dass der verlangte Winkel von den Blechflächen eingeschlossen ist. Die Achse der Drehzapfen (bezw. der Spitzen), um welche C sich dreht, soll mit der Kante des Stabes B, um welche die Biegung erfolgt, zusammenfallen. Statt wie hier den breiteren Blechteil zu bewegen, wird nicht selten, namentlich wenn es sich um schwerere Bleche handelt, der schmälere bewegt.[1]) Andere hierher gehörende Biegemaschinen finden sich in den Quellen beschrieben.[2]) Für dicke, im rotglühenden Zustande rechtwinklig umzubiegende Bleche ist eine Presse empfohlen[3]), welche in ihrer Wirksamkeit lebhaft an das Kümpeln (I, 304) erinnert. Eine Wasserdruckpresse ist mit zwei Stempeln versehen, von denen der eine das Blech auf einer eisernen Lehre festhält, während der andere den über der Kante der Lehre hervorragenden Rand, und zwar zur Zeit nur einen Teil desselben niederdrückt. Das Blech wird sodann, nachdem beide Stempel emporgehoben sind, um ein Stück weiter gerückt, der festhaltende Stempel sinkt zuerst, der andere folgt, um ein weiteres Stück des überragenden Randes umzubiegen u. s. w.

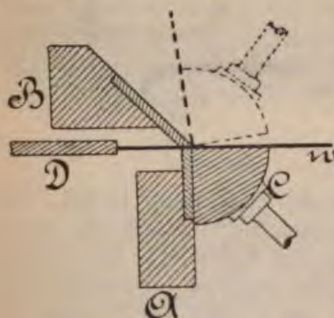


Fig. 52.

Zum Umbiegen des Randes der Kielplatten für eiserne Schiffe, welcher an den Kiel genietet werden soll, sind zwei Verfahren im Gebrauch. Bei beiden

[1]) D. p. J. 1873, **208**, 3 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1879, **234**, 178 m. Abb.; 1883, **248**, 60 m. Abb.; 1888, **269**, 297 m. Abb., 436 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1882, **246**, 361 m. Abb.

wird der Rand — welcher eben bleiben soll — eingeklemmt, bezw. festgehalten, während der grössere Teil, die eigentliche Platte, die erforderliche Bewegung machen muss. Bei der älteren Maschine[1]) wird diese Bewegung erzwungen mittels einer Walze, welche um die eine Kante der Klemme herumgerollt wird. Die an den beiden Enden der Walze befindlichen Zapfen drehen sich nun in Lagern, welche verschieden rasch in dem betreffenden Bogen fortzubewegen sind, sodass die Walze eine windschiefe Lage der Kante gegenüber einnehmen kann, welche zur geforderten windschiefen Gestalt der Platte führt. Die andere[2]) strebt dasselbe durch ein sicherer wirkendes Mittel an. Sie gleicht grundsätzlich der durch Fig. 52 dargestellten Biegemaschine. Statt des Stabes C ist aber eine Zahl einzelner Hebel angebracht, welche verschieden weit bewegt werden können. Die Grenze dieser Bewegung wird aber durch eine — z. B. aus Gips gefertigte — Lehre geboten, welcher die Gestalt der Kielplatte gegeben ist und auf welche die einzelnen Hebel sie drücken. Beide Maschinen verarbeiten die Bleche in rotglühendem Zustande.

Eigenartig ist die Wirkungsweise einiger Maschinen bezw. Vorrichtungen, welche bestimmt sind, Blechränder, auch die Gelenkteile der Thürbänder u. s. w. zu rollen.

Fig. 53 stellt die wirkenden Teile im Querschnitt dar.[3])

Das Blech ist auf eine Platte A gelegt und wird daselbst mittels der Platte C festgehalten, oder es verschiebt sich A unter der Blechplatte — in sicheren Führungen — mit dem noch zu erörternden Teil B. Der letztere wird in der Pfeilrichtung gegen den Blechrand geschoben, hebt ihn vermöge seines unteren keilförmigen Randes empor und zwingt den Blechrand, welcher sich dem Vorwärtsschreiten widersetzt, die Gestalt seiner Höhlung anzunehmen. Schiebt man B genügend weit gegen C, so nimmt der Blechrand eine röhrenförmige Gestalt an. Man kann, behufs Versteifens des Blechrandes, während des Rollens einen Draht oder runden Stab in die entstehende Röhre legen, welcher bei richtigen Abmessungen der Teile fest eingerollt wird. Vorbedingung für das Gelingen der Arbeit ist, dass das Blech zwischen B und C nicht knickt.

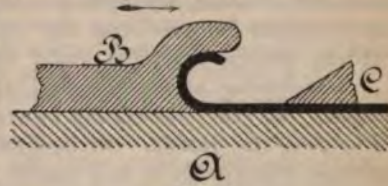


Fig. 53.

Das Biegen des Bleches mittels dreier einander gegenüberliegender Walzen ist (I, 314) bereits ausführlich erörtert. Die meisten der Blechbiegemaschinen sind mit wagerechten Walzen;[4]) für schwerere Bleche sind neuerdings Maschinen mit senkrechten Walzen in Vorschlag gebracht worden.[5])

An einer grossen Blechbiegmaschine wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Durchmesser der Biegwalzen 33 *cm*, Länge derselben 2,845 *m*, Dicke der Walzenzapfen 11 *cm*, Wandstärke der (gusseisernen) Biegwalzen 96 *mm*, Abstand der beiden Unterwalzen (von Mitte zu Mitte) 36 *cm*; minutliche Umdrehungszahl der Biegwalzen 0,826, daher Umfangsgeschwindig-

---

[1]) Rennie, D. p. J. 1878, **229**, 419 m. Abb.

[2]) Howaldt, D. p. J. 1883, **249**, 247 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1880, **236**, 291 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1849, **114**, 170 m. Abb.; 1874, **212**, 385 m. Abb.; 1878, **229**, 30 m. Abb.; 1884, **251**, 104 m. Abb.; 1886, **260**, 303 m. Schaub.
Uhland, Prakt. Masch.-Constr. 1887, S. 243 m. Abb.

[5]) The Engineer, Juli 1881, S. 83 m. Schaub., Febr. 1882, S. 115 m. Schaub. Engineering, Aug. 1881, S. 135 m. Schaub. D. p. J. 1882, **245**, 519 m. Abb.

keit 14,3 *mm* sekundlich, Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}55$ Pferdestärken, stündliche Leistung: 7 Eisenblechtafeln von 2,685 *m* Länge, 1,38 *m* Breite und 13,5 *mm* Dicke rotwarm zu Halbtrommeln zusammengebogen, hierbei Arbeitsverbrauch $N = 2{,}76$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 7850 *kg*.

Allgemein kann nach den Versuchen Hartig's[1]) der Verbrauch an Nutzarbeit zur Biegung einer Tafel Eisenblech von der Dicke h^{mm} und dem Rauminhalt V^{cbmm} aus der geraden Form in die trommelförmige Krümmung vom Halbmesser ρ^{mm} nach der Formel

$$A = \alpha \cdot \frac{h}{\rho} \cdot V^{mkg}$$

berechnet werden, worin die Wertziffer α für kaltes Schmiedeisen $= 0{,}075$ zu setzen ist.

Die verlangte Biegung wird selten in einem Durchgang hervorgebracht. Meistens sind 4 bis 6, oft 10 bis 15 und mehr Durchgänge erforderlich, um unter entsprechender Schonung der Bleche die Biegung zu vollenden. Dickere Eisenbleche pflegt man anzuwärmen oder gar rotwarm zu machen, bevor sie der Biegemaschine übergeben werden.

3. Weitergehende Verschiebung der kleinsten Teile, behufs Umgestaltens des Blechs.

Bei dem bisher erörterten Biegen staucht sich die Innenseite des gebogenen Bleches, während die Aussenseite eine Streckung erfährt; die gegensätzliche Verschiebung der kleinsten Teile des Bleches ist hierbei meistens gering, jedenfalls findet sie nur in einer Richtung statt.

Gleichzeitig auszuführende Biegungen in zwei oder mehreren Richtungen, die zur Erzeugung gefässförmiger Gestalten, Buckel, Krämpen an runden Blechgegenständen u. s. w. dienen, erfordern meistens weitergehende und immer verwickeltere Verschiebungen, welche entweder unmittelbar durch Strecken (I, 302) mittels der Hammerfinne, meistens des Treibhammers erzwungen werden, oder dadurch, dass man die zu bearbeitende Stelle des Bleches in eine Zwangslage bringt, welche die kleinsten Teilchen zu den, je nach Umständen Streckungen oder Stauchungen hervorbringenden gegensätzlichen Verschiebungen veranlasst (Kümpeln und Krämpen, I, 304; Einziehen oder Aufziehen, Stanzen, I, 296; Drücken, I, 326), wobei indessen die eine Seite des bearbeiteten Bleches im wesentlichen ein Spiegelbild der anderen Seite bleibt. Zuweilen werden jedoch auch solche Umgestaltungen mit den soeben angeführten verbunden, welche nur die eine Seite des Bleches betreffen.

Alle diese Umgestaltungen können durch mittels der Hand geschwungene Hämmer, nach Umständen unter Zuhilfenahme der Punzen, ausgeführt werden; im Grossbetrieb ist jedoch die Hammerarbeit fast völlig verdrängt durch die Arbeit mittels Maschinen.

Die Hämmer sind[2]) von sehr verschiedener Art, obwohl sie das Hauptsächliche der Form und mehreres andere miteinander gemein haben. In der

---

[1]) D. p. J. 1876, **220**, 283, bezw. 1874, **212**, 275.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 274 m. Abb.; 1836, Bd. 7, S. 142 m. Abb.; 1838, Bd. 9, S. 60 m. Abb.

Holtzapffel, Turning and mech. manipul., Bd. 1, S. 385, S. 398 m. Abb.

Regel macht man den Hammer aus geschmiedetem Eisen, welches an den Stellen, wo er beim Gebrauche aufschlägt, mit vorgeschweisstem und gehärteten Stahle belegt ist; nur die allerkleinsten Hämmer bestehen ganz aus Stahl. In besonderen Fällen sind Hämmer von Holz (Weissbuchen-, Buchsbaum-, Pock-, Ahorn-, Kornelkirschen-Holz) und von Horn, im besonderen Büffelhorn, gebräuchlich: dies findet namentlich statt bei der Bearbeitung dünner Gegenstände aus weichen Metallen (Kupfer, Tombak, Gold, Silber), wo etwa vorhandene Verzierungen unbeschädigt bleiben müssen, während das Stück gebogen wird; sowie dann, wenn das Hart- und Steifwerden des Arbeitstückes möglichst vermieden werden soll. Ein eiserner Hammer drückt nämlich das Metall, auf welches er schlägt, stark zusammen und vermindert sehr bald in merklichem Grade dessen Weichheit und Dehnbarkeit; der hölzerne Hammer (Schlägel) dagegen zeigt diese Wirkung gar nicht oder in weit geringerem Grade (I, 552).

Die Grösse der Hämmer ist sehr verschieden: die kleinsten, für sehr feine Arbeiten gebräuchlichen, haben 3 bis 4 *cm* Länge und einen etwa 15 *cm* langen Stiel; die grösseren wiegen zuweilen einige Kilogramm und erfordern die ganze Kraft des Armes, um an dem 30 bis 40 *cm* langen Stiele gehörig geschwungen zu werden. Die Gestalt der meisten Hämmer ist so, dass dieselben an beiden Enden des Kopfes gebraucht werden können; und man giebt gewöhnlich diesen Enden eine ungleiche Bildung oder doch wenigstens eine ungleiche Grösse, um sie für verschiedene Zwecke gebrauchen zu können. Ist die Endfläche des Hammers von erheblicher oder ziemlich gleicher Ausdehnung nach Länge und Breite, so führt sie den Namen Bahn; sehr schmal bei einer gewissen Länge, heisst sie Finne; manchmal ist das Ende des Hammerkopfes eine scharfe oder etwas abgerundete Spitze. Meistenteils enthalten die Hämmer an einem Ende eine Bahn, am andern eine Finne, oft aber auch zwei Bahnen oder zwei Finnen. Die Bahn ist entweder eben (flach) oder gewölbt, selten hohl; gewölbte Bahnen kommen am häufigsten vor und sind teils wenig, teils stark gerundet, teils von der Form eines Kugelabschnitts, teils einem Walzenabschnitt ähnlich. Dem Umrisse nach sind die Bahnen kreisrund, oval, quadratisch, länglich viereckig oder achteckig. Die Finne ist der Breite nach flach, oder abgerundet, oder kantig (einer stumpfen Schneide ähnlich), der Länge nach gerade oder erhaben gekrümmt, hinsichtlich ihrer Stellung entweder gleichlaufend zum Hammerstiele oder rechtwinklig gegen denselben.

Als Stützen für die Werkstücke dienen, ausser den Amboss bezw. Sperrhorn (S. 205) ähnlichen Geräten mancherlei anders gestaltete Unterlagen.

Insofern diese Unterlage den Eindrücken widerstehen und dem Arbeitstücke Glätte erteilen oder wenigstens die demselben eigene Glätte nicht zerstören soll, muss sie hart und glatt sein. Daher besteht sie aus Eisen und wird auf der Arbeitsfläche (Bahn) mit Stahl belegt, gehärtet und fein abgeschliffen, oft sogar sorgfältig poliert. Hölzerne oder bleierne Unterlagen für die Arbeit sind Ausnahmen. Grosse Sperrhörner steckt man zumeist mit einer spitzigen Fortsetzung (Angel) ihres unteren Teiles in einen 60 bis 80 *cm* hohen auf der Erde stehenden Holzklotz; kleinere werden auf gleiche Weise in einem auf die Werkbank gesetzten niedrigen Holzkörper befestigt, die kleinsten im Schraubstocke eingeklemmt.

Man bedient sich des Hammers sehr häufig zum Flach- oder Glattschlagen, Ausdehnen oder Strecken, Zuspitzen, Abrunden, Geradrichten, Biegen u. s. w., überhaupt zu solchen Bearbeitungen, welche mit dem Schmieden Ähnlichkeit haben, sich aber insofern davon unterscheiden, als sie ohne Anwendung der Wärme stattfinden, daher nur in beschränktem Masse und vorzüglich an kleinen Gegenständen ausführbar sind. Ferner werden Platten oder Streifen von Eisen, Messing u. s. w., welche einer gewissen Härte oder Federkraft bedürfen, durch Überhämmern steif, hart und elastisch gemacht (Hartschlagen, S. 173), ohne dass man hierbei eine Ausdehnung oder Gestaltsveränderung beabsichtigt. Auch dient der Hammer als Hilfswerkzeug bei der Anwendung der Meissel, Durchschläge, Punzen, um das Eindringen dieser zu bewirken. Für die hier eben aufgezählten Zwecke ist die Gestalt des Hammers mit jener der Schmiedehämmer, die geringere Grösse abgerechnet, übereinstimmend; d. h. er besitzt eine quadra-

tische, sehr wenig gewölbte, auch wohl ganz ebene Bahn und eine gerade, abgerundete Finne. Der Bankhammer, Handhammer, der Schlosser und anderer Eisenarbeiter gehört hierher. Man hält das zu behandelnde Metallstück mit der Hand, mittels eines Feilklobens (I, 571), oder einer Zange (I, 566), und legt es auf eine zu diesem Behufe am Schraubstocke angebrachte flache Erhöhung, oder auf ein eigenes Schlagstöckchen[1]) mit harter und sehr glatter Bahn. Letzteres hat entweder (in sehr kleinem Massstabe) völlig die Gestalt des Schmied-Ambosses, d. h. eine flache viereckige Bahn mit einer zugespitzten flachen Verlängerung und einem gegenüberstehenden kegelförmigen Horne; oder es besteht aus einer viereckigen 4 *cm* im Quadrate grossen, 6 *mm* dicken, gehärteten Stahlplatte, welche auf einem Holzwürfel flachliegend befestigt ist; oder es hat eine flache oder erhaben krumme, bald viereckige, bald kreisförmige, zuweilen dreieckige Bahn. Hölzerne Stöckchen gebraucht man in Fällen wie diejenigen, wo hölzerne Hämmer zweckmässig sind.

Die meisten und grössten Verschiedenheiten der Hämmer, sowie der Ambosse oder der den Amboss vertretenden Werkzeuge kommen bei der Bearbeitung des Bleches (in den Werkstätten der Klempner, Kupferschmiede, Silberarbeiter u. s. w.) vor. Man bedient sich des Hammers sowohl, um das Blech auf mannigfaltige Weise zu biegen, als um aus demselben, durch zweckmässige Ausdehnung, die verschiedenartigsten vertieften oder hohlen Gegenstände zu erzeugen. Die letztere Art der Bearbeitung wird im allgemeinen Treiben oder Hämmern, Schlagen genannt: sie zerfällt in das eigentliche Treiben oder Auftiefen, wobei eine Blechplatte durch Hämmern auf ihrem mittleren Teile die hohle oder vertiefte Gestalt erhält; und in das Aufziehen, wobei das Hämmern oder die Ausdehnung am Rande herum stattfindet.

Im grössten Massstabe wird das Treiben mit dem Hammer auf jenen Hammerwerken ausgeübt, wo die fabrikmässige Herstellung von kupfernen, eisernen und messingenen Gefässen (Kesseln, Schalen, Pfannen) stattfindet. Man bearbeitet Eisen und Kupfer glühend (also ein eigentliches Schmieden), Messing dagegen kalt, und wendet hierzu Maschinenhämmer (S. 205) an. Man schneidet aus starkem Bleche mittels einer grossen Schere runde Scheiben aus, oder schmiedet ausdrücklich zu diesem Zwecke unter dem Breithammer runde Scheiben, welche man oft in der Mitte etwas dicker lässt, weil hier die stärkste Ausdehnung stattfindet. Die Scheiben werden mit der Schere am Rande glatt beschnitten; man legt 4 bis 16 oder 18 dergleichen, welche der Reihe nach an Grösse und Dicke abnehmen, dergestalt aufeinander, dass die kleinste und dünnste sich oben befindet, biegt den Rand der untersten, grössten Scheibe mittels eines Handhammers über die anderen um, und vereinigt hierdurch alle Stücke zu einem Gespann, welches erst nach vollendeter Ausarbeitung wieder aufgelöst wird. Nur die Böden zu grossen Kesseln und Branntweinblasen werden einzeln bearbeitet. Die Bearbeitung des Gespannes beginnt unter dem Scharfhammer, der eine schmale abgerundete Bahn und einen Amboss von gleicher Gestalt besitzt; durch wiederholte Schläge desselben, in Spirallinien vom Umkreise nach dem Mittelpunkte hin entsteht schon ein geringer Grad von Vertiefung. Diese vergrössert sich unter dem Tiefhammer, dessen beinahe flache Bahn eine Kreisfläche von 7 bis 8 *cm* Durchmesser bildet und zu welchem ein breiter ebener Amboss gehört. Ein zweiter Tiefhammer, der sich von dem vorigen bloss dadurch unterscheidet, dass seine Bahn nicht flach, sondern halbkugelförmig gerundet ist, beendigt das Auftiefen. Die bisher gebrauchten drei Hämmer arbeiten im Innern des Gespannes, wobei letzteres jederzeit so gelenkt wird, dass die Schläge in einer Schneckenlinie vom Mittelpunkte gegen den Unkreis, und wieder entgegengesetzt, nebeneinander fallen; man bleibt aber allmählich mehr und mehr vom Umfange zurück, um die grösste Ausdehnung in der Mitte zu bewirken, und dadurch die erforderliche Tiefe zu erlangen. Zuletzt wird der Schierhammer (Schlichthammer) angewendet, welcher die von dem Treiben zurückgebliebenen Ungleichheiten und Beulen so

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1846, Bd. 14, S. 170 m. Abb.

viel wie möglich vertilgen muss. Er ist klein und leicht, an Gestalt dem zweiten Tiefhammer ähnlich, und schlägt von aussen auf die Kessel; der dazu gehörige Amboss (**Spitzamboss**) gleicht einem hohen und dünnen Kegel mit abgerundeter Spitze, damit die Kessel bequem auf denselben gehängt werden können. Jeder Kessel wird zuletzt mit der Schere am Rande beschnitten; der äusserste und der innerste eines Gespannes sind gewöhnlich beschädigt.

Die Bearbeitung des Bleches mit Handhämmern von sehr verschiedener Gestalt und Grösse geschieht stets im kalten Zustande, und nur wenn durch fortgesetztes Hämmern das Metall hart und spröde wird, muss man es durch Ausglühen weich machen, insofern es Anwendung von Glühhitze gestattet (was z. B. bei Weissblech des Zinnüberzuges wegen nicht der Fall ist).

Die gewöhnlichsten Hämmer zum Biegen, Treiben und Glätten sind folgende:

Polierhammer, Glanzhammer, mit einer einzigen kreisrunden, ein wenig erhabenen (wie ein Abschnitt einer sehr grossen Kugel gestalteten), fein polierten Bahn; **Spannhammer, Gleichziehhammer**, mit einer oder zwei Bahnen, die sehr wenig gewölbt, beinahe ganz flach und kreisförmig sind; übrigens dem vorigen gleich; **Aufziehhammer, Schweifhammer**, mit zwei, Walzenabschnitten ähnlichen, langen und schmalen Bahnen, gleichsam breiten Finnen, welche quer gegen den Stiel gestellt sind; **Tellerhammer, Fusshammer, Krughammer**, vom vorigen durch grössere Breite der Bahnen verschieden; **Finnhammer, Aufziehhammer** mit einer kreisrunden, etwas gewölbten Bahn und einer abgerundeten, quer gestellten Finne; **Treibhammer, Tiefhammer, Knopfhammer**, mit zwei halbkuglig erhabenen Bahnen oder einer solchen und einer grösseren, viel weniger gewölbten Bahn; **Tiefhammer**, mit einer kreisrunden, etwas gewölbten und einer länglichen, abgerundeten (der des Tellerhammers ähnlichen) Bahn; **Flächenhammer**, mit zwei ganz flachen, kreisförmigen oder quadratischen Bahnen; **Schärfenhammer**, mit zwei geraden, quer gegen den Stiel stehenden Finnen, von welchen die eine flach, die andere fast schneidig ist; **Schlichthammer, Ausschlichthammer**, dem Polierhammer ähnlich, aber kleiner und auf der Bahn stärker gewölbt; **Abschlichthammer, Planierhammer**, mit zwei Bahnen, welche beinahe völlig flach, oder von denen die eine flach und die andere sehr wenig erhaben ist; dem Umrisse nach sind die Bahnen kreisrund, oder die eine ist so, die andere quadratisch oder länglich viereckig; **Siekenhammer**, mit zwei abgerundeten, quer gegen den Stiel stehenden Finnen; **Abbindhammer, Abpinnhammer**, ein kleiner Siekenhammer mit schärferen (schmäleren) Finnen; **Büchsensiekenhammer**, mit zwei flachen schmalen Bahnen, auf deren jeder eine (quer gegen die Richtung des Hammerstieles stehende) halbcylindrische Rinne sich befindet.

Als Unterlage für das in Arbeit befindliche Blech dienen wie schon erwähnt verschiedene Ambosse und diesen verwandte Werkzeuge. Zu grossen Gegenständen gebraucht man einen gewöhnlichen Schmiedeamboss (**Hammeramboss, Schlagstock**). Bei den Kupferschmieden sind, ausser diesem, **Liegambosse** üblich, aus einer starken, wagerecht über einen Holzklotz gelegten Eisenstange bestehend, deren Enden aufgebogen sind und zwei Ambosse darstellen. Die Klempner bedienen sich meistenteils des **Polierstockes**, der mit seiner Angel aufrecht in das Loch eines auf dem Fussboden stehenden Holzklotzes eingesenkt wird. Die quadratische, etwas gewölbte Bahn desselben ist fein poliert und eine ihrer vier Kanten abgerundet. Der **Spannstock** ist dem Polierstocke sehr ähnlich, aber kleiner und auf der Bahn beinahe ganz flach; öfters macht man eine von den vier Seiten der Bahn nach auswärts krumm.

Die erste Arbeit, welche mit dem Bleche vorgenommen wird, wenn daraus durch Biegen irgend ein Gegenstand dargestellt werden soll, ist im allgemeinen das **Spannen, Ausspannen, Gleichziehen** (I, 308), welches auf dem Spannstocke mittels des Spannhammers geschieht, um alle Beulen und sonstige Unebenheiten zu entfernen; sehr dünnes Blech legt man hierbei zwischen zwei stärkere Bleche, wodurch es leichter und vollkommner geebnet wird. Verzinntes Blech wird, vor dem Ausspannen, auf dem Polierstocke mit dem Polierham-

mer geschlagen, um die Verzinnung blank und glänzend zu machen. Gewöhnlich legt man zwei Blechtafeln aufeinander, vereinigt sie durch Umbiegen der Ecken und bearbeitet sie gemeinschaftlich. Aus dem glatt gehämmerten Bleche werden hohle Gegenstände teils durch Biegen und Zusammenlöten (auch durch Falzen oder Nieten), teils durch Treiben dargestellt; letzteres vorzüglich dann, wenn keine Lötung oder sonstige Verbindung stattfinden darf, oder wenn die Gestalt des Gegenstandes eine Zusammensetzung desselben nicht gestattet. Runde oder ovale Biegungen einer Blechtafel oder eines Blechstreifens geschehen auf dem Sperrhaken, Sperrhorn, einer Art Amboss von der Gestalt eines T, woran der senkrechte Teil in einen Holzklotz gesteckt wird, das wagerechte Stück aber zwei einander gegenüberstehende Hörner ohne eine eigentliche, flache Bahn bildet. Sie sind walzenförmig, oder auch nach den Enden hin etwas verjüngt, auf der oberen Seite poliert und von verschiedener Dicke, damit man nach der Grösse der Arbeit eins davon auswählen kann. Die Biegung des Bleches erfolgt teils durch den Druck der Hand, teils mit Hilfe eines hölzernen Hammers (S. 270). Soll das Arbeitstück sehr glatt aussehen, so umwickelt man zuletzt das Sperrhorn mit dünnem Leder, Pergament, Tuch oder starkem Papier, und vollendet das Hämmern mit einem eisernen Hammer (Spannhammer oder Abschlichthammer). Dabei drücken sich alle Unebenheiten des Bleches, welche von ungleichförmiger Einwirkung des Hammers beim Biegen entstanden sind, in die nachgiebige Hülle des Sperrhornes ein, treten folglich auf der innern Seite des Arbeitstückes hervor, während die äussere Fläche die Glätte der Hammerbahn annimmt, ohne Spuren von den Schlägen des Hammers zu zeigen.

Alle runden oder ovalen, geraden Gefässe, sowie Ringe, kurze und nicht zu enge Röhren, ferner Gegenstände, welche nur rinnenartig und nicht ganz zusammengebogen werden, bearbeitet man auf Sperrhörnern von verschiedener Grösse. Stücke von bedeutendem Umfange, wie Dachrinnen u. dgl., können über einem runden Holze gebogen werden. Dagegen bedient man sich für sehr lange oder sehr enge Gegenstände statt des Sperrhornes eines eisernen oder stählernen runden Stabes, den man wagerecht an einem seiner Enden im Schraubstocke befestigt (Dorn, runder Dorn). Für eckige Biegungen gebraucht man Dorne von quadratischem oder rechteckigem Querschnitte (viereckige, flache Dorne). Die Heberstange der Klempner (0,3 bis 1,0 *m* lang, 6 bis 25 *mm* im Durchmesser), der Rohrstock der Kupferschmiede, die Rohreisen der Schlosser gehören zu den Dornen. Die letzteren, zum Biegen der Ofenröhren u. s. w. bestimmt, sind meist auf der oberen Seite gewölbt, als Ausschnitte von Walzen zu betrachten; sie haben 60 bis 90 *cm* Länge bei 4 oder 5 *cm* Dicke.

Ausser den beschriebenen Werkzeugen sind zum Biegen des Bleches noch mehrere andere gebräuchlich. Kleine runde Biegungen können auf der abgerundeten Kante des Polierstockes (S. 273) gemacht werden. Scharfe winklige Umbiegungen nimmt man oft ebenfalls auf dem Polierstocke oder auf einer andern Unterlage vor, indem man das Blech über eine der scharfen Kanten der Bahn umklopft; oder man bedient sich des Umschlageisens, welches die Gestalt eines grossen, die wagerechte, rund abgestumpfte Schneide aufwärts kehrenden Meissels hat. Ist die Kante dieses Werkzeuges bogenförmig (so, dass alle Teile des Bogens in einer senkrechten Ebene liegen), so heisst es Bördeleisen, und wird dann hauptsächlich gebraucht, um an runden Scheiben (z. B. den anzulötenden Böden trommelförmiger Gefässe) den Rand rechtwinklig aufzubiegen: Bördeln. Eckige Böden werden auf dem Umschlageisen gebördelt.

Schmale halbrunde Rinnen (Sieken), welche man öfters als Verzierung oder zu anderem Zwecke an Blecharbeiten anbringt, werden auf dem Siekenstocke mittels des Siekenhammers hervorgebracht. Die Arbeit heisst das Sieken. Der Siekenstock ist ein Amboss mit langer schmaler Bahn, auf welcher nach der Quere mehrere Rinnen oder Furchen eingefeilt sind; dazu gehören einige Siekenhämmer von verschiedener Grösse, deren Finnen eine den Furchen entsprechende (etwas geringere) Breite haben. Man legt das Blech auf den Siekenstock und klopft es mittels des Hammers in eine der Rinnen, während man es nach und nach fortrückt. Am Rande blecherner Gefässe wird ge-

wöhnlich rund herum eine Sieke angebracht, um eine grössere Steifheit, also Schutz gegen das Verbiegen, zu erzeugen. Man legt in dieser Absicht das Gefäss mit der Aussenseite auf den Siekenstock und führt den Hammer innerhalb, wodurch der Wulst nach der äussern Oberfläche hin aufgetrieben wird. Kleine Gefässe, Büchsen u. dgl., bei welchen der geringe Durchmesser die Bewegung des Hammers im Innern nicht gestattet, werden umgekehrt bearbeitet, indem man sie auf den Siekenstock hängt und von aussen darauf schlägt; die Werkzeuge müssen dazu die entgegengesetzte Beschaffenheit haben, um den gleichen Erfolg hervorzubringen. Der Büchsensiekenstock, welchen man in diesem Falle gebraucht, enthält demnach auf seiner (der Breite nach stark gerundeten) Bahn mehrere querlaufende Wülste oder Rippen, welche den Rinnen der hierzu gehörigen Büchsensiekenhämmer (S. 273) entsprechen. Die nötige Steifheit des Randes an grösseren Gefässen wird durch Einlegen eines Drahtes in die Sieke erzielt, welche letztere alsdann nach innen zugeschlagen werden muss. Oberhalb derselben lässt man ein Streifchen des Randes stehen, das hierauf nach aussen umgeklopft und bis zur gänzlichen Bedeckung des Drahtes um denselben herumgehämmert wird. Dabei, sowie zum Sieken in manchen anderen Fällen, bedient man sich, als einer Unterlage für den Gefässrand, des Kornsiekenstockes, der im Schafte gekröpft und auf seiner kurzen Bahn mit einer einzigen Rinne oder höchstens mit zwei Rinnen versehen ist.

Runde und ovale Gefässe werden oft am Rande ausgeschweift, nämlich trichter- oder kelchartig erweitert; eine ähnliche Gestalt kommt bei Vasen- oder Leuchterfüssen u. s. w. vor. Das Schweifen ist, insofern dabei nicht bloss eine Biegung, sondern eine Dehnung des Bleches stattfindet, eine Art des Treibens. Geringe Schweifungen arbeitet man wohl auf dem Polierstocke aus, indem man den Rand auf die abgerundete Kante desselben legt und unter beständigem Drehen des Gefässes mittels eines Schweifhammers von innen heraus überhämmert. Ist aber ein Gegenstand stark auszuschweifen, so geschieht dies auf dem Sperrhorne oder auf einem eigenen Schweifstocke (Schweifhorn), welcher sich vom Sperrhorn nur dadurch unterscheidet, dass das eine Horn spitzig kegelförmig, das andere wenigstens ziemlich stark verjüngt ist. Das spitzige Horn dient auch zum Biegen kegelförmiger Gegenstände, z. B. Trichter.

Von dem Verfahren beim Schweifen mag folgendes einen Begriff geben. Um z. B. einen geschweiften Leuchterfuss darzustellen, schneidet man aus Blech eine kreisrunde Platte und schlägt im Mittelpunkte derselben ein Loch von gehöriger Grösse aus. Den Rand dieses Loches treibt man mittels eines Schweifhammers auf der runde Kante des Polierstockes in der beabsichtigten Weise aus, wodurch er sich über die Fläche erhebt (I, 303). Dann steckt man die Scheibe mit ihrem Loche auf ein Horn des Schweifstockes und bearbeitet den äussern Rand durch Hammerschläge so lange, bis die verlangte Gestalt entstanden ist. Zwei oder drei Scheiben können, aufeinander liegend, zugleich geschweift werden; zuletzt aber bringt man jede derselben einzeln auf das Schweifhorn und schlichtet (glättet) sie mittels eines passenden Fuss- oder Tellerhammers aus. Gegenstände von geschweifter Gestalt, welche sich nicht aus einer flachen Scheibe bilden lassen, weil sie zu tief sind, werden trommel- oder trichterförmig auf dem Sperrhorne gebogen, an den Kanten zusammengelötet und endlich auf dem Schweifstocke ausgeschweift.

Das Treiben von Gefässen und hohlen Gegenständen überhaupt mittels des Hammers (Hammerarbeit, geschlagene Arbeit) ist nur in solchen Fällen die zweckmässigste Verfertigungsart, wo die Gestalt der Stücke sich nicht zum Drücken (I, 326) oder zum Stanzen (I, 296) eignet, oder nur sehr wenige Stücke gleicher Art und Grösse verlangt werden, mithin im letzteren Falle die Herstellung einer Stanze nicht bezahlt sein würde. Zur Ersparung von Zeit und Arbeit können zwei, drei und zuweilen selbst mehrere Stücke zugleich getrieben werden, indem man ebensoviel Bleche aufeinander legt und durch umgebogene Ecken zusammenhält. Klempner, Silberarbeiter, Kupferschmiede müssen eine Menge ihrer Arbeiten durch Treiben darstellen; kupferne Gefässe kommen meist schon roh ausgearbeitet vom Kupferhammer, wo sie nach dem (S. 272)

erklärten Verfahren verfertigt werden, und dem Kupferschmiede liegt dann nu die fernere Ausbildung und Vollendung durch Handarbeit ob.

Das Treiben (I, 303) erfordert seitens des Arbeiters nicht wenig Übe legung und Geschicklichkeit. Der Anfang muss oft, insbesondere bei tiefe Gegenständen, damit gemacht werden, dass man das Blech auf einem bleierne oder hölzernen Klotze auftieft, d. h. es mittels eines Treib- oder Tellerhammer oder eines hölzernen Hammers, in eine zweckmässig gestaltete Vertiefung jen Klotzes hineinschlägt. Das Treiben wird dann auf dem Polierstocke (oder - bei Gegenständen, welche keines Glanzes bedürfen — auf einem ebenso gesta teten, nur nicht polierten Treibstocke) fortgesetzt, indem man auf der inner oder hohlen Seite mit Schweif-, Teller-, Tief- und Treibhämmern arbeitet, wä rend die äussere Fläche auf der Stützfläche liegt. Wenn die Tiefe der Gege stände bedeutend, oder ihre Höhlung so eng ist, dass man mit dem Hamm von innen nicht ankommen kann, so wählt man den umgekehrten Weg, d. man legt oder hängt die Arbeit mit der hohlen Seite auf stützende Werkzeu von angemessener Gestalt und gebraucht den Hammer (der ein Tellerhamm oder ein anderer für den Zweck geeigneter sein kann) von aussen. Oft müsse beide Verfahrungsarten miteinander verbunden werden. Die erwähnten Unte lagen (Fäuste, Fausteisen, Pfaffen) sind meist klein, auf der Bahn polie und entweder kugelartig gerundet (mugelig) oder flach, im letztern Falle run oval, viereckig, dreieckig u. s. w. Sie werden in den auf dem Fussboden stehe den hölzernen Klotz aufrecht eingesteckt. Der Stockamboss bei den Kupfe schmieden ist eine grosse kugelförmige Faust. Bei bauchigen Gefässen, übe haupt wenn seitwärts an einem Gefässe gearbeitet werden muss, würde d gerade Schaft der Fausteisen ein Hindernis sein, den Gegenstand in die gehörig Lage zu bringen. Man bedient sich dann eines T-förmigen Werkzeuges, we ches an beiden Enden des wagerechten Teils aufgebogen und auf eine zwec mässige Weise gestaltet ist. Die Liegambosse der Kupferschmiede (S. 27 gehören hierher. Mehr zu empfehlen ist aber für solche Fälle das Einsatzeise der Geissfuss, von der Gestalt eines ㄱ, dessen senkrechter Teil in dem hö zernen Klotze steckt, während das äusserste Ende des wagerechten Teiles e von oben nach unten durchgehendes Loch enthält, in welches von verschieden Fausteisen, welche man vorrätig hat und die alle mit einem zum Loc passenden Zapfen versehen sind (Aufsatzeisen), das erforderliche eingestec wird. Vasen und andere bauchige Gefässe von grosser Tiefe und mit eng Öffnungen erfordern zur gänzlichen Vollendung ihrer Form einen hohen u schmalen, rund zugespitzten und etwas gebogenen Amboss (Daumeisen, V senhorn).

Die getriebenen Gegenstände müssen, um die unregelmässigen und en stellenden Spuren der Hammerschläge zu verlieren, zuletzt glatt gehämme werden (Schlichten, Planieren). Dies geschieht durch leichtes Überarbeite mit polierten Hämmern, deren Bahn eine angemessene Gestalt hat, und zwa nach Beschaffenheit der Stücke, entweder von aussen (Abschlichten) oder vo innen (Ausschlichten). Im ersten Falle gebraucht man die mancherlei Faus eisen und den Abschlichthammer, dessen Bahn wegen ihrer sehr geringen Wö bung keine starken Eindrücke macht; im zweiten Falle den Polierstock und de Ausschlichthammer oder einen grossen Tellerhammer, wobei ebenfalls, und a dem angezeigten Grunde, die Hammerbahn weniger gewölbt ist, als bei de Treibhammer. Soll beim Schlichten die eine Fläche der Arbeit vorzugswei vor der andern sehr glatt ausfallen, so bindet man über den Hammer, de Polierstock oder das Fausteisen ein Stück dünnes Leder, Pergament oder stei Papier: die Seite des Metalles, welche mit dieser weichen Bedeckung in B rührung war, erscheint dann unebener, weil alle Ungleichheiten der Blechdic dort hervortreten (vergl. S. 274).

Auf Blechplatten oder auf blechernen Gefässen werden öfters allerlei Ve zierungen getrieben, welche in Rippen, Strahlen, Sternen, Blumen, Lau werk u. s. w. bestehen (z. B. auf Kuchenformen u. dgl. zum Küchengebrauc Man zeichnet den Umriss einer solchen Figur auf der Fläche vor, legt das G fäss mit der inneren Seite auf das Bördeleisen oder auf das Umschlageisen u

schlägt, indem man die Arbeit angemessen bewegt, mit einem Siekenhammer oder Abbindhammer dergestalt darauf, dass allmählich die Hauptlinien der Zeichnung erhaben hervortreten (Abbinden, Abpinnen, Absetzen). Das fernere Austreiben geschieht auf dem Polierstocke oder Treibstocke von innen, mittels passender Treib-, Teller- und Siekenhämmer. — Eine verwandte Arbeit sind die getriebenen Verzierungen (als: Blätter, Sterne, Blumen), welche von den Schlossern aus dünnem Eisenbleche verfertigt und auf Thorgittern u. s. w. angebracht werden. Die einzelnen Bestandteile, welche nachher durch Nieten oder Schrauben zusammengesetzt werden, zeichnet man auf Papier; letzteres klebt man auf das Blech, welches sodann mit Meisseln genau nach den Umrissen ausgehauen wird. Das Treiben geschieht, nach den Umständen bald von der vordern, bald von der hintern Seite, mittels verschiedener Hämmer, welche mit flachen oder schneidigen oder abgerundeten Finnen, mit stumpfen Spitzen, mit kugligen Knöpfen, mit kleinen flachen oder gewölbten, runden oder viereckigen Bahnen versehen sind. Dabei legt man das Blech teils auf einen bleiernen Klotz, teils auf einen Amboss, welcher dem Siekenstock ähnlich ist (Falzhorn), teils auf kleine, im Schraubstock eingespannte Stöckchen, Treibstöckchen, welche eine flache, gewölbte oder verschiedentlich gekrümmte, auch eingekerbte oder mit Blei übergossene Bahn, oder eine stumpfe Kante, eine abgerundete Spitze u. s. w. haben. Die nötigen Biegungen giebt man den getriebenen Stücken auf Blei oder auf dem Sperrhorne.

Eine beachtenswerte Anwendung findet das Treiben zur Herstellung grosser Bildwerke aus Kupferblech an Stelle des Giessens aus Bronze, besonders in solchen Fällen, wo ein möglichst geringes Gewicht solcher Bildwerke erwünscht ist, dieselben z. B. zum Schmuck der Bauwerke verwendet werden sollen (Victoria auf dem Brandenburger Thor in Berlin, Gruppe des Apoll am Berliner Schauspielhaus, Figur des Hermanndenkmals im Teutoburger Walde von 30 *m* Höhe, die Brunonia mit dem Viergespann auf dem Schlosse zu Braunschweig u. s. w.). Das hierbei angewendete Verfahren umfasst die folgenden Arbeiten: Herstellung eines Gerüsts aus eisernen Stäben, das später mit Kupfertafeln umkleidet wird; hierauf Anfügung eines feineren ebenfalls eisernen Gerippes, welches jedoch an allen den Stellen, wo es mit den später aufzunietenden getriebenen Kupferstücken in Berührung kommt, mit Kupferschienen überkleidet ist; Herrichtung einzelner Kupfertafeln von 2 bis 3 *mm* Dicke und angemessener Grösse und Gestalt durch Beschneiden, Biegen und Treiben, entsprechend der Oberflächengestaltung eines als Vorbild benutzten Modelles; sodann Auflegung und Festnietung dieser Tafeln auf das Gerippe unter gehöriger Zusammenpassung und Verhämmerung der Stossfugen, endlich Glättung und Reinigung der Oberfläche und Einreibung derselben mit Öl. Das benutzte Modell kann in kleineren Abmessungen ausgeführt sein, als das herzustellende Bildwerk, wodurch die Erzeugungskosten sich erheblich mindern. Bildwerke dieser Art haben kaum $^1/_3$ vom Gewicht gleich grosser aus Bronze gegossener Werke, bei denen es nicht leicht gelingt, die mittlere Wandstärke unter 10 *mm* zu bringen. Ein hervorragendes Beispiel dieser Technik bildet die Freiheits-Bildsäule für den Newyorker Hafen, von deren gewaltigen Abmessungen angeführt werden mag, dass die Figur von der Fussplatte bis zum Scheitel 35 *m* misst, während der ausgestreckte Arm eine Fackel (zur Aufnahme des Leuchtfeuers) 46 *m* hoch hält. Am Fusse hat das gewaltige Bildwerk fast 15 *m* Durchmesser; der rechte, nur mit den Zehen auftretende Fuss hat 5 *m* Länge, die grosse Zehe an ihrer Wurzel 90 *cm* Durchmesser. In dem rechten, aufgehobenen Arm führt eine verhältnismässig bequeme Treppe bis zur Fackel. Das Gesamtgewicht der Figur beträgt $\sim 200\,t$, wovon 80 *t* auf das Kupfer, der Rest auf das Eisengerüst entfällt.

Ein mittels der Hand frei geschwungener Hammer kann nicht so sicher auf die betreffende Stelle des Werkstückes geführt werden, als manche Gestalten bedingen. Man bedient sich für die Ausbildung dieser deshalb solcher Werkzeuge, welche zunächst auf die zu bearbeitende Stelle gesetzt werden und dann erst durch den Schlag des Hammers den nötigen

Druck erfahren (I, 327). Die dem vorliegenden Zweck dienenden derartigen Werkzeuge heissen Punzen.[1])

Alle Punzen werden aus Stahl gemacht, gehärtet und bis zur gelben Farbe (an dem Ende, auf welches man schlägt, womöglich etwas mehr) nachgelassen. Sie sind gewöhnlich zwischen 5 und 10 *cm* lang, in der Mitte am dicksten und nach beiden Enden hin verjüngt. Diese Gestalt ist besonders bei dünnen Punzen wesentlich, weil sie das Prellen (d. h. die durch etwas schiefe — nicht genau in der Achsenrichtung der Punze wirkende — Schläge entstehende, der haltenden Hand sehr schmerzliche Erschütterung) verhindert.

Man gebraucht die Punzen entweder, um auf dünnem Bleche Eindrücke zu machen, die auf der entgegengesetzten Fläche als Erhabenheiten hervortreten, also zum Treiben (Ciselieren); aber auch um kleine Vertiefungen von bestimmter Gestalt auf dickerem Metalle zu bilden, wobei letzteres bloss zusammengedrückt, nicht ausgedehnt, also auf der Gegenseite nicht verändert wird.

Das Treiben mit Punzen unterscheidet sich vom Treiben mit dem Hammer dadurch, dass durch die Punzen, wegen ihrer Kleinheit, weit schönere und feiner ausgeführte Zeichnungen sich darstellen lassen. Nebst der mechanischen Fertigkeit ist daher dem Ciseleur oder Punzer auch Geschmack und eine genaue Bekanntschaft mit den Forderungen der Zeichenkunst unerlässlich. Vorzüglich sind es die edlen Metalle, auf welchen getriebene Arbeit ausgeführt wird, obwohl sie auch hier, ihrer Kostspieligkeit wegen, jetzt seltener als wohl sonst vorkommt. Die Gestalt des Endes an den Punzen, welches den Eindruck auf das Metall macht, ist sehr verschieden, wonach viele Arten von Punzen entstehen; doch begreift sie jedenfalls nur die einfachsten Teile einer Zeichnung (wie eine Linie, mehrere Linien oder Punkte, eine kleine Erhabenheit oder Vertiefung u. s. w.), so dass mit den nämlichen Punzen die mannigfaltigsten zusammengesetzten Darstellungen oder Zeichnungen hervorgebracht werden können, indem man die gehörig ausgewählten Punzen nebeneinander einschlägt.

Das Blech muss beim Treiben auf einem Körper liegen, welcher dem Drucke der Punzen nachgiebt, aber doch hinlängliche Härte und Zähigkeit besitzt, um den Eindruck auf die Stelle zu beschränken, welche die Punze unmittelbar berührt. Weiche Metalle, als Gold, Silber, Tombak, versieht man daher mit einer Unterlage von Treibpech, Treibkitt, aus zwei Teilen schwarzem Pech, einem Teile feinem Ziegelmehl und etwas Talg, Wachs oder Terpentin zusammengeschmolzen. Um aus einer Blechplatte einen halb erhabenen Gegenstand zu treiben, glüht man jene zuerst, damit sie recht weich und dehnbar wird, entwirft auf der einen Fläche mit einer Stahlspitze die Zeichnung, treibt allenfalls solche Stellen, welche stark hervortreten sollen, mittels Hämmer und Stöckchen (S. 271) aus dem Rohen hervor, bedeckt die Rückseite mit dem durch Wärme erweichten Treibkitte und befestigt mittels desselben das Blech auf der Treibkugel. Letztere ist eine halbe eiserne oder steinerne Kugel von etwa 15 bis 22 *cm* Durchmesser, welche mit ihrem runden Teile während der Arbeit auf ein kranzförmig zusammengerolltes Tuch oder in einen eisernen Ring gelegt wird, so dass sie sich leicht nach Bedürfnis wenden und drehen lässt. Auf der nach oben gekehrten flachen Seite der Kugel wird ein mittels Wärme weich gemachter Klumpen Treibkitt angebracht, auf welchem man das ebenfalls mit Kitt versehene Blech durch Andrücken befestigt. Oft versieht man die Kugel mit einer Öffnung, in welcher erst durch Schrauben ein hölzerner Kittstock befestigt wird; auf letzterem bringt man den Kitt und die Arbeit an. Man hat dann verschiedene Kittstöcke für grössere und kleinere Arbeit. Wenn das Treiben nicht von einer Seite aus vollendet werden kann, so nimmt man das Blech ab, legt es umgekehrt auf den Kitt und hilft durch Treiben von der entgegengesetzten Seite nach.

Eisenblech wird auf einer Bleiunterlage getrieben. Die Anwendung der Punzen, um mittels derselben feine Zeichnungen auf dickerem Metall zu er-

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 294 m. Abb. 1836, Bd. 7, S. 143 m. Abb.

eugen, wird w. u. unter den Arbeiten zur Vollendung der Oberflächen erörtert werden.

Das Hammertreiben, wie das Treiben mittels Punzen, erfordert grosse Geschicklichkeit und sehr viel Zeit, so dass die Gegenstände, welche man durch diese Arbeitsverfahren erzeugt, sehr teuer werden. Sie sind deshalb im allgemeinen nur da zweckmässig anzuwenden, wo es sich um die Herstellung eines, oder doch weniger Gegenstände derselben Art und Grösse handelt. Für die Erzeugung einer grösseren Stückzahl ist die Maschine billiger; sie liefert gleichzeitig schönere Arbeit. Das Drücken (I, 326) gehört hierher. Selbst das Krämpen und Kümpeln (I, 304) mittels der Hand beginnt Verfahren zu weichen, welche rascher und gleichmässiger arbeiten, gleichzeitig auch das Blech mehr schonen.

Die Figuren 54 und 55 mögen zur Versinnlichung des Krämpens mittels Rollen[1]) dienen. *w*, Fig. 54 bezeichnet eine aus Kesselblech gebogene Trommel,

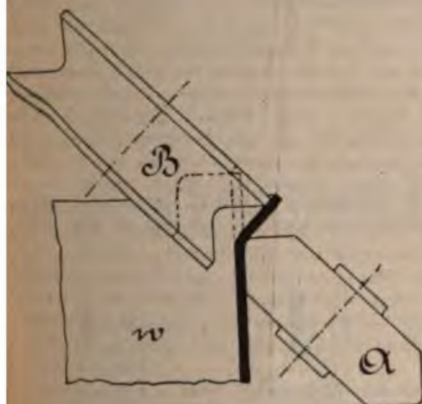


Fig. 54.

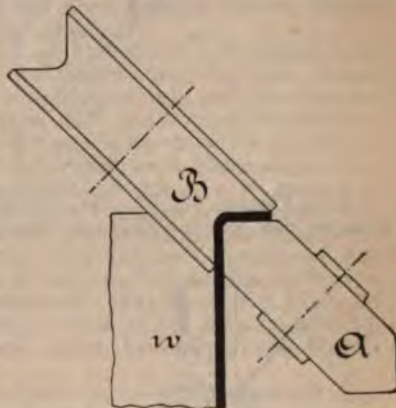


Fig. 55.

welche in rotglühendem Zustande auf einer Scheibe befestigt ist, die sich um die Achse des Werkstückes *w* zu drehen vermag. Dabei wird *w* durch einige hier nicht gezeichnete Rollen seitwärts gestützt. Zwei Rollen *A* und *B* sollen die Krämpe bilden. Zu dem Zwecke ist *A* fest gelagert, *B* aber gegen *A* zu verschieben. Zu Anfang trifft der eine Rand der Rolle *B* gegen den oberen Rand des Werkstückes (wie in Fig. 54 durch Punktierung angedeutet). Verschiebt man *B* gegen *A*, unter gleichzeitigem Drehen des Werkstückes *w*, so findet zunächst eine leichte Ausweitung des oberen Randes statt, weiteres Nähern der Rolle *B* vermehrt die Ausweitung, bis schliesslich die wohl ausgebildete Krämpe sich so zwischen die Rollen legt, wie Fig. 55 erkennen lässt. Das Kümpeln (kreisrunder) Blechscheiben wird auf denselben Maschinen vorgenommen. Zu dem Ende ist die (glühende) Blechplatte *w*, Fig. 56, zwischen zwei Scheiben *C* und *D* gespannt, welche sich drehen, während *A* das Blech an der Arbeitsstelle stützt und *B* durch allmähliches Nähern die Umgestaltung des Blechrandes vornimmt.

[1]) D. p. J. 1871, **202**, 19 m. Abb.; 1872, **203**, 169 m. Abb.

Auf ähnlichem Wege ist man auch im stande, wulstförmige Gestalte
die sogenannten Sieken (S. 274), an Blechgefässen zu erzeugen, bez
in die Wulste Drahtringe einzuschliessen.

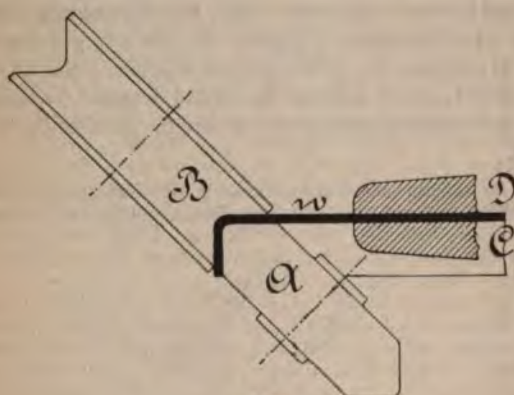


Fig. 56.

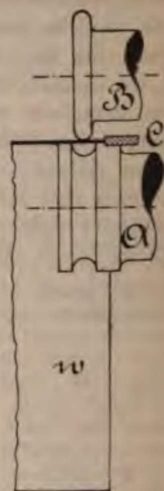


Fig. 57.

Die Figuren 57, 58, 58a, 59 und 60 stellen den Verlauf der Arbeit dar wenn es sich um das Einlegen eines Drahtringes handelt. *A* und *B* sind di

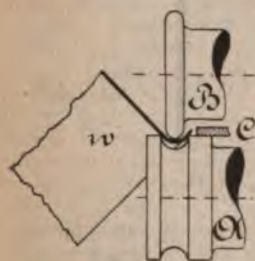


Fig. 58.

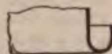

Fig. 58a.



Fig. 59.



Fig. 60.

Köpfe zweier sich gegeneinander drehender Wellen. Ihre Gestalt ist derartig dass der offene Blechwulst zwischen der Rinne in *A* und dem Wulst an *B* genau Platz findet, sobald letztere einander möglichst nahe liegen. Man legt nur den Rand des Blechgefässes *w*, wie Fig. 57 erkennen lässt, auf den unteren Kopf *A*, drückt die Stirnseite des Werkstückes *w* gegen die (einstellbare) Führungsleiste *C* und senkt sodann *B* so weit, dass zunächst eine mässige Einbiegung stattfindet (Fig. 58), welche, weil die Walzenköpfe das Werkstück durch Reibung mitnehmen, auf den ganzen Umfang des Randes des Gefässes oder de Büchse *w* sich erstreckt. Es wird dann schrittweise der obere Kopf tiefer gesenkt so dass schliesslich die durch Fig. 58a dargestellte Querschnittsgestalt entsteht Man schiebt nunmehr den Drahtring ein und verwendet anders gestaltete Walzenköpfe *A* und *B*, Fig. 59 und 60, mit Hilfe welcher es unter Benutzung der Führungsleiste *C* in aus den Figuren leicht ersichtlicher Weise bald gelingt, den Blechrand zum völligen Einschliessen des Drahtringes zu zwingen.

Andere, aber ähnliche Arbeitsweisen, bezw. Maschinen sind in den Quellen[1]) beschrieben. Es sei noch bemerkt, dass man auf gleichem Wege oft breite und reich gegliederte Gesimse aus Blech erzeugt, also Arbeiten verrichtet, welche sonst dem Drücken vorbehalten sind.

In noch weiterem Umfange wird das Treiben und Kümpeln durch das Stanzen (I, 296) ersetzt, jenes Verfahren, durch welches sämtliche umzugestaltende Teile des Bleches gemeinsam in eine Zwangslage gebracht werden und, teilweise durch Strecken, teilweise durch Stauchen dem äusseren Zwange bleibend nachgeben.[2])

Eine Stanze besteht in der Regel aus Eisen, welches auf seiner einen, flachen Seite mit aufgeschweisstem und gehärtetem Stahle so dick belegt ist, dass die hier eingegrabene Vertiefung das Eisen nicht erreicht. Eine ganz eiserne Stanze würde in den meisten Fällen zu weich, eine ganz stählerne zu spröde, daher dem Zerspringen beim Gebrauche zu sehr ausgesetzt (oft auch zu kostspielig) sein. Doch macht man namentlich kleine Stanzen öfters ganz aus Stahl; sowie man dagegen zur Bearbeitung sehr weicher und sehr dünner Bleche, oder wenn verstählte Stanzen der Grösse wegen zu teuer sein würden, auch mit Stanzen aus Gusseisen, geschmiedetem Eisen, Messing, Bronze, Kupfer, Zinn oder Blei, zuweilen sogar von Holz, sich begnügt.

Ein sehr geeigneter Stoff zu Stanzen für Goldarbeiter u. s. w. ist Kanonenmetall (S. 84), oder eine Mischung aus 5 Teilen Kupfer und 1 Teil Zinn. Grosse Stanzen ganz hieraus zu verfertigen, ist jedoch nicht rätlich, weil sie unter den zum Ausprägen erforderlichen heftigen Stössen nach und nach sich zusammenstauchen: daher verdient der Vorschlag Beachtung, nichts weiter als eine Schale von etwa 2 *cm* Dicke aus Kanonenmetall durch Guss nach einem Gipsmodelle herzustellen, deren Vertiefung durch Ausschleifen, Graben u. s. w. gehörig zu vollenden, dann auf ihre Aussenseite einen Block Gusseisen aufzugiessen, welcher dem Ganzen den nötigen Körper und die erforderliche Widerstandsfähigkeit verleiht. Wenn man das Eisen nicht zu heiss aufgiesst, kommt von dem Kanonenmetalle nur die äusserste Lage zum Schmelzen; falls infolge des Schwindens die beiden Metalle nicht ganz fest aneinander hängen, so tritt dieser Zusammenhang beim Gebrauche sehr bald ein. — Stanzen aus Zink (unmittelbar über ein Modell des Gegenstandes gegossen) finden Anwendung zum Stanzen des Zinkblechs.

An Grösse sind die Stanzen ausserordentlich verschieden, indem die Mannigfaltigkeit der mittels solcher Werkzeuge darzustellenden Arbeiten ungeheuer gross ist. Es giebt, zum Pressen kleiner Bestandteile von Schmuckwaren u. s. w., Stanzen, deren Fläche nur einige Quadrat-Centimeter misst, und andere, durch alle Abstufungen, bis zu einer Grösse von 30 *cm* und mehr im Durchmesser, womit schalenartige Gefässe und ähnliche Stücke verfertigt werden. Es ist selbstverständlich, dass sogenannte unterschnittene Gestalten nicht mittels der Stanze zu erzeugen sind, schon weil sie nach vollzogener Gestaltung nicht aus der Stanze zu entfernen sein würden. Indessen giebt es Kunstgriffe (z. B. bei der Verfertigung der Metallpatronen), welche in besonderen Fällen auch unterschnittene Gestalten zu erzeugen gestatten. Gegenstände, welche sich nicht als Ganzes in einer Stanze verfertigen lassen, presst man in zwei oder mehreren Teilen, die nachher zusammengelötet werden.

Stanzen erfordert im allgemeinen zwei, genau miteinander im Einklang stehende Werkzeuge, welche das umzugestaltende Blech zwischen sich nehmen. Da dieselben gewöhnlich in senkrechter Richtung einander genähert werden, so nennt man das untere die Unterstanze oder die

---

[1]) D. p. J. 1884, **251**, 300 m. Abb.; 1886, **261**, 251 m. Abb.; 1888, **269**, 437 m. Abb.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 295 m. Abb.

Mater, das andere die Oberstanze oder auch wohl den Stempel; letzterer Name kommt jedoch nur vor, wenn die Oberstanze sehr einfach gestaltet und zu bedeutender Vertiefung des Bleches dient, also die Mater eine entsprechende Vertiefung besitzt.

Das genaue Ineinanderpassen der Stanzen kann in verhältnismässig wenigen Fällen durch Ausarbeitung des Stempels mittels der Feile, des Grabstichels oder auf der Drehbank erreicht werden; nämlich dann, wenn die Gestalt der Vertiefung in der Stanze sehr einfach ist: alsdann geht es an, beide Teile aus Stahl zu machen und zu härten (mit Nachlassen zur gelben Farbe). In allen übrigen Fällen muss der Stempel mittels der Stanze selbst, oder diese mittels jenes, gebildet (wenigstens zum Teil) werden, in welcher Voraussetzung man genötigt ist, eins von beiden aus weicherem Stoff anzufertigen. Gewöhnlich wird eine der Stanzen graviert und in die Vertiefung derselben das weichere Metall, woraus die Gegenstanze bestehen soll, eingegossen, eingedrückt oder eingeschlagen. So macht man zu verstählten oder ganz eisernen Stanzen kupferne, zu kupfernen, messingenen und zinkenen Stanzen zinnerne oder bleierne Gegenstanzen. Oft aber zieht man es vor, die erste Stanze erhaben zu arbeiten und damit die andere Stanze zu verfertigen, ein Verfahren, welches sich besonders für hohe Gestalten empfiehlt, welche meist leichter erhaben als vertieft zu gravieren sind. Nach dieser Weise werden z. B. über messingene Stempel zinnerne, auch bleierne Stanzen gegossen, oder gehärtete stählerne Stempel in weichem Stahle (welcher dann, nötigenfalls gehörig nachgegraben, die Stanze bildet) vertieft abgedruckt.

Die richtige gegenseitige Lage der Stanzen wird zuweilen durch Augenmass und demnächst durch die Stanzen selbst gewonnen, zuweilen verbindet man beide Stanzen durch ein Gelenk, sonst wird die Unterstanze am Maschinengestell befestigt und die Oberstanze an demselben in irgend einer geeigneten Weise geführt. Den erforderlichen Druck bringt man — selten — durch einen frei geschwungenen Zuschlaghammer (S. 204), in der Regel durch einen Gleishammer (S. 205) oder durch eine Schrauben-, Kniehebel- oder Wasserdruckpresse hervor. Von den Gleishämmern sind, da es sich um eine geringe Schlagzahl handelt, diejenigen besonders beliebt, bei welchen der Bär durch ein Band gehoben wird (das sogenannte Fallwerk) und dann frei herabfällt.

Zur völligen Ausbildung eines Arbeitstückes sind, wenn die Stanze etwas tief ist, oft 3, 4 bis 10 und selbst noch mehr Schläge erforderlich; und wenn unter der Arbeit das Blech so steif und hart wird, dass man ein Reissen desselben befürchten muss, so wird es ausgeglüht, bevor man die Bearbeitung weiter treibt. Trotzdem würde in Stanzen, welche ziemlich scharfrandige Hervorragungen enthalten, die Entstehung von Rissen unvermeidlich sein, wenn man sich nicht des Kunstgriffes bediente, viele (öfters 2 bis 3 Dutzend) Blechscheiben übereinander zwischen die Stanzen zu legen und eine Oberstanze anzuwenden, deren Erhöhungen und Vertiefungen viel flacher (seichter) sind, als die Übereinstimmung mit der Unterstanze erfordern würde.[1]) Unter diesen Umständen bildet sich das unterste Blech vollkommen nach der Gestalt der Stanze aus; jedes folgende desto unvollkommener, je weiter oben in der Reihe es seinen Platz hat; das oberste am unvollkommensten, weil es nur die Eindrücke der Oberstanze empfängt. Wird nun nach jedem Schlage des Fallwerkes das unterste Blech herausgenommen und dafür ganz oben ein neues (noch ganz flaches) zugelegt, so rückt jedes Stück nach und nach bis zur unmittelbaren Berührung mit der Unterstanze vor und durchläuft dabei alle Stufen der Ausbildung, indem es den unbedeutenden Sprung von einer Stufe zur nächstfolgenden ohne Gefahr einer Beschädigung erträgt. Mithin wird auf jeden Schlag ein Stück fertig, obschon jedes Stück so viel Schläge empfängt, als Bleche aufeinander liegen. Schliesslich wird dann jedes Stück einzeln zwischen der Unterstanze und einer genau zu derselben passenden Gegenstanze bearbeitet, um die Ausbildung mit grösster Schärfe zu vollenden.

---

[1]) Holtzapffel, Turning and mech. man. Bd. I, 409.

Arbeitstücke von einer an sich oder wenigstens im Verhältnis zum Durchmesser sehr beträchtlichen Tiefe (wie Schalen und andere Gefässe, Fingerhüte u. s. w.) werden in fünf, sechs oder noch mehr aufeinander folgenden Stanzen bearbeitet, von welchen jede später angewendete tiefer ist, als die vorhergehende; zuweilen wiederholt man die Bearbeitung einigemal in derselben Stanze mit verschiedenen Stempeln, von welchen jeder folgende tiefer eindringt, als sein Vorgänger.

Das Kümpeln dickerer Eisenbleche kann in gleicher Weise, wie soeben beschrieben, geschehen.[1]) Man bedient sich indessen, sobald der herzustellende Rand trommelförmig und der Boden im wesentlichen eben werden soll, meistens des folgenden Verfahrens.[2]) Das in entsprechender Grösse zugeschnittene, rotwarme Blech wird zwischen zwei Platten *B* und *C*, Fig. 61, geklemmt und mittels dieser durch einen ringförmigen

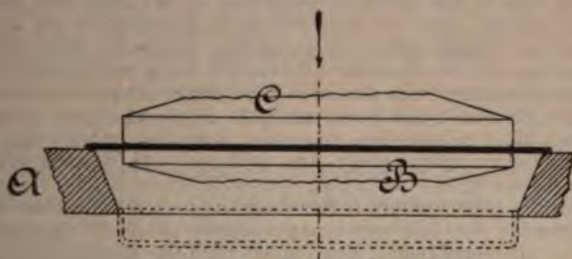


Fig. 61.

Trichter *A* gepresst, bezw. dieser den Befestigungsplatten *B* und *C* entgegen bewegt. Wegen der verhältnismässig geringen Breite des umzugestaltenden Randes werden die sich etwa bildenden Falten durch die Verengung des Ringes *A*, welche zwischen sich und dem Rande der Platte *C* nur für die glatte Blechdicke Raum lässt, wieder beseitigt.

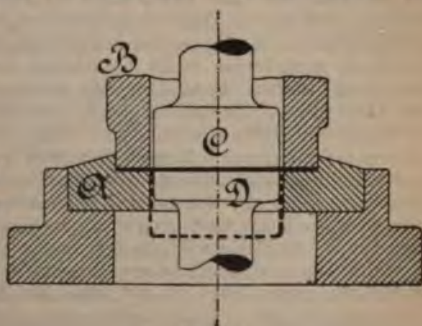


Fig. 62.

Bei grösserer Randbreite, geringerer Blechdicke und wenn letzteres im unerwärmten Zustande verarbeitet werden soll, wird die Faltenbildung dadurch verhütet, dass das Blech auf den Ring (Ziehring) kräftig niedergedrückt wird.[3])

Fig. 62 lässt die betreffende Anordnung im Schnitt erkennen. *A* bezeichnet den Ring. Derselbe ist oben mit einer ringsum laufenden Kante versehen, deren

---

[1]) D. p. J. 1872, **203**, 240 m. Abb.; 1887, **265**, 481 m. Abb.; 1888, **269**, 242 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1871, **200**, 349 m. Abb.; 1880, **235**, 22 m. Abb.
Revue industr., Sept. 1881, S. 353 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1878, **229**, 418 m. Abb.; 1880, **236**, 291 m. Abb., **237**, 359; 1883, **249**, 155 m. Abb.; 1888, **269**, 297 m. Abb., 437 m. Abb.

lichter Durchmesser genau mit dem äussern Durchmesser des röhrenförmigen Stempels *B* übereinstimmt. Legt man nun das Blech auf diesen Rand, während der Stempel *B* in einiger Entfernung sich befindet, so schneidet letzterer bei seinem Niedergange eine Scheibe aus dem Blech. Diese drückt sodann der Stempel *B* fest gegen den Ring *A*. Sodann tritt ein Stempel *C* in Thätigkeit, welcher im Stempel *B* steckt. Er wird so kräftig niedergedrückt, dass nicht allein das Blech ihm folgen, sondern auch ein Stempel *D*, welchen eine kräftige Feder gegen das Blech drückt, um dieses zu stützen, ausweichen muss. Das Blech erhält hierdurch die in Fig. 62 punktiert gezeichnete Querschnittsgestalt. Zuweilen lässt man den Gegenstempel *D* fehlen, zuweilen benutzt man ihn — ausser wie vorhin angegeben — zum Auswerfen des gestanzten Werkstückes, zuweilen als Gegenstanze zu dem Stempel *C*, dessen Untenfläche dann so ausgebildet ist, dass Figuren, Inschriften oder dergleichen in den Boden der Büchse bezw. des Büchsendeckels gestanzt werden.

Soll das Auftiefen ohne bedeutende Streckung und Verdünnung, also durch Aufbiegen des Randes der Scheiben geschehen, so setzt dies (um Faltenbildung zu vermeiden) voraus, dass die Bearbeitung in mehreren (3 bis 10 oder noch mehr) aufeinander folgenden Ringen schrittweise geschehe. Diese Ringe nehmen in der Reihenfolge an Durchmesser ab, wie die darin arbeitenden Stempel. In dem ersten Ringe wird ein sehr schmaler Rand aufgebogen, der sich eben wegen seiner geringen Breite leicht ganz schlicht darstellen lässt; jeder folgende (kleinere) Ring biegt wieder den äussersten Ring des Bodens zum Rande auf und verlängert oder erhöht somit den letzteren. Auf solche Weise werden kupferne und eiserne Gefässe verfertigt; ebenso Röhren (S. 249). Ferner, mittels einer durch ein Excenter wirkenden Pressmaschine, aus runden Scheiben von gewalzten Zinnplatten die bekannten papierdünnen Flaschenkapseln (welche die Verpichung an Weinflaschen, den Papierverschluss an Pomadetiegeln u. s. w. ersetzen)[1]; es ist hierbei die Anordnung getroffen, dass die Kapseln durch einen beweglichen Boden der Stanze wieder herausgeschoben, auch wohl gar selbstthätig der nächstfolgenden kleinern Mater zugeführt werden. Dreizehn Matern vollenden die Kapsel. — Auf gleicher Grundlage beruhen die Pressen zur Verfertigung der aus Kupferblech von 0,16 bis 0,3 *mm* Dicke gemachten Zündhütchen; jedoch wird hier schon durch drei Matern, ja durch eine einzige, das Ziel erreicht. Am einfachsten ist die Herstellung der gespaltenen Zündhütchen, welche in ihrer trommelförmigen Wand vier oder sechs zur Achse gleichlaufende, vom Rande bis zum Boden sich erstreckende feine Spalte haben. Das Blech wird hierzu nicht als Scheibe, sondern als Kreuz oder sechsstrahliger Stern (mit breiten lappenförmigen Strahlen) ausgeschnitten, den der Stempel oder Dorn durch ein rundes Loch schiebt, wobei die Lappen sich aufbiegen und dicht aneinander schliessen. Gestreifte Zündhütchen erfordern eine entsprechend feingefurchte Mater. Die jetzt gebräuchlichen Zündhütchenmaschinen verrichten in unmittelbarer Aufeinanderfolge das Ausschneiden der runden Scheibchen (oder der Sterne) aus dem dünnen Kupferblechstreifen und das Auftiefen mittels Dorn und ringförmiger Mater: eine solche Maschine macht bei jeder Umdrehung ihrer Schwungradachse 2 oder 4 Hütchen (da Schneidstempel, Mater und Dorn doppelt oder vierfach vorhanden sind) und in 1 Minute gegen 200 Umdrehungen, also an 400 oder 800 Hütchen.

Bringt man Stanze und Gegenstanze auf den Umfängen zweier einander gegenüberliegenden Walzen, bezw. Rollen an, so findet das Stanzen statt, indem das betreffende Blech zwischen den Walzen durch diese fortbewegt, also ein und dieselbe Gestaltung wiederholt auf dem Blech hervorgebracht wird. Es dient dieses Verfahren hauptsächlich zur Erzeugung der Verzierungen auf längeren Streifen, Gesimsen u. s. w.

Man bildet die eine Walze (sei es die erhabene oder die vertiefte) durch Grabstichel oder durch Rändeln auf der Drehbank, härtet sie und drückt sie

---

[1]) D. p. J. 1839, **74**, 98; 1857, **144**, 8 m. Abb.

in die Gegenwalze, welche noch weich ist und auch nicht gehärtet wird (öfters nur aus Kupfer besteht), dadurch ab, dass man beide, in dem Gestelle des Walzwerkes stark aufeinander gepresst, in Umlauf setzt. Nur die eine Walze wird dabei umgedreht; die andere folgt von selbst durch den Eingriff der Erhabenheiten bezw. Vertiefungen. Mancherlei Abweichungen im Bau der Maschine ergeben sich als nötig, wenn dieselbe in grösserem Massstabe zur Gestaltung mehr oder weniger starker und breiter Blechstreifen ausgeführt wird (Gesimswalzwerk, Siekenmaschine). Die meist nur kurzen — scheibenförmigen — Walzen bringt man gern an den Enden ihrer Achsen an, teils um das Einbringen des Bleches zu erleichtern, teils um die Walzen selbst gegen andere (mit verschiedener Zeichnung) auswechseln zu können.

Solche Walzwerke[1]) finden bei Erzeugung der Gold-, Silber-, Bronze- und plattierten Waren ausgedehnte Anwendung. Aus dünnem Bleche oval gebogene Armbänder werden ebenfalls auf vorstehende Weise mit Verzierungen versehen; die erhaben gravierte Walze ist von Stahl, die vertiefte Gegenwalze von Kupfer; da die erstere eine ovale Gestalt hat, so wird zur Sicherung des regelmässigen Eingriffes eine Art Verzahnung am Rande beider Walzen angebracht, bestehend aus spitzen Zähnen auf der Stahlwalze, welche sich entsprechende Vertiefungen in der Kupferwalze gebildet haben.

Bei manchen der hier angeführten Stanzarbeiten, insbesondere denjenigen, welche ein lebhafteres Gleiten des Bleches an den Stanzflächen, bezw. im Ring bedingen, sucht man die Arbeit durch geeignete Schmiermittel zu fördern. Es kommen hierfür die gewöhnlichen Fettschmieren u. s. w., sowie metallische Überzüge (Verkupferung, Verzinkung, Verzinnung, Verbleiung) in Frage.

B. Bearbeitung stabförmiger Gebilde.

An diesem Orte fällt die Bearbeitung oben genannter Gestalten durch Spanabheben, welche besonders abgehandelt werden wird, hinweg, so dass nur zwei kleine Gruppen der Arbeitsverfahren zu erörtern sind, nämlich das Abkürzen bezw. Abschneiden und das Biegen.

1. Abkürzen.

Zum Abkürzen dünnerer Drähte dient vielfach die Kneipzange[2]) (I, 374), d. h. eine Zange, deren zugeschärfte Maulflächen den Draht zwischen sich nehmen und je zur Hälfte eindringen.

Um den Schneiden die nötige Dauerhaftigkeit zu geben, so dass sie weder zu leicht ausbrechen, noch Eindrücke annehmen, müssen sie aus sehr gutem Stahle bestehen, gehärtet und nur wenig nachgelassen sein. An grossen Zangen schärft man die Schneiden von beiden Seiten zu, und giebt ihnen einen nicht zu spitzen Winkel (60 bis 80°), damit sie Festigkeit genug behalten; kleine Zangen sind nur von unten oder innen her und mit spitzerem Winkel (40 bis 50°) zugeschärft, damit sie scharf und messerartig werden. Die Stahlbacken, welche die beiden Schneiden enthalten, richtet man zuweilen zum Auswechseln ein, giebt auch den Griffen eine solche Form, dass die Schneiden auch bei ganz geschlossener Zange sich nicht berühren.

Der Draht, den man abkneipt, muss winkelrecht gegen die Schneiden gehalten werden, weil jeder schiefe Druck den Schneiden Gefahr bringt und leicht

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 312 m. Abb.; 1833, Bd. 4, S. 246 m. Abb.; 1836, Bd. 7, S. 146 m. Abb.

[2]) Holtzapffel, Turning and mech. man. Bd. 2, S. 904 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1871, S. 325 m. Abb.

Scharten in denselben veranlasst. Gewöhnlich ist das Maul an beiden Enden mit schmal auslaufenden Verlängerungen versehen, wodurch es möglich wird, die Zange auch in solchen engen Räumen der Arbeitstücke zu gebrauchen, wo die ganze Breite des Werkzeuges nicht Zugang finden kann. Manchmal stehen die Schneiden nicht rechtwinklig sondern schief gegen die Griffe oder ganz an der Seite, in welchem letzteren Falle die Zange zugleich als Biegzange vorgerichtet zu sein pflegt. Wenn die Kneipzange anhaltend oder sehr oft gebraucht werden muss, ist es angemessen, sie gleich einer Stockschere in einem Holzklotze oder auf dem Werktische zu befestigen, zu welchem Zwecke der eine Schenkel gebogen und zum Einstecken in das Holz zugespitzt wird, während der andere gerade bleibt und zum bequemeren Anfassen mit einem hölzernen Hefte versehen werden kann. Sind viele Drahtstücke von ganz gleicher Länge abzukneipen, so kann dies durch eine Vorrichtung innerhalb der Schneide erreicht werden, welche das Einschieben des Drahtes nur in dieser Länge gestattet.

Da die Schneidwinkel der Zange wenigstens 40 oder 50° messen, so treiben sie durch Keilwirkung die Teile des zwischen ihnen gepressten Drahtes in der Längenrichtung auseinander, wobei schon vor dem gänzlichen Durchdringen die Trennung durch Abreissen erfolgt. Daher sieht man im Durchmesser der Trennungsfläche einen feinen Streif, an dem dieses Abreissen erfolgt ist und der deshalb nicht glänzend wie der übrige Teil der Fläche, sondern matt, feinzackig erscheint. Dieser Vorgang trägt zur Schonung der Schneiden bei, welche im Augenblicke der Trennung noch eine dünne Schicht Metall zwischen sich haben, daher nicht mit voller Gewalt des angewendeten Druckes aufeinander stossen. Übrigens zeigen die Schnittflächen in ihrer doppelt abgedachten Gestalt den Abdruck von der Keilgestalt der Schneiden; und Zangen, deren Schneiden nur von innen her schräg angeschärft sind, machen hier eine doppelt-schräge, äusserlich hingegen eine ebene Schnittfläche: dies ist wohl zu beachten, wenn man an einem abgeknippenen Drahtstücke eine gerade Endfläche wünscht.

Dickere Drähte und andere Stäbe werden — sofern man sich nicht des Kreuzmeissels, der Säge oder anderer spanabhebenden Werkzeuge bedienen will — mittels der Schere abgekürzt, auch wohl abgebrochen.

Die Schere für Draht, Winkeleisen u. s. w. unterscheidet sich von derjenigen für Blech (S. 260) dadurch, dass die Schnittlänge kurz ist und deshalb ermöglicht wird, das eine Scherblatt dem anderen gegenüber an beiden Seiten des Werkstücks sich anlegen zu lassen und dass der Verlauf der Scherblattkante sich nach der Querschnittsgestalt des Werkstückes richtend nicht geradlinig ist.

Fig. 63 stellt die Scherblätter *a* und *b* einer Winkeleisenschere dar. Das bewegliche Scherblatt *b* ist mit zwei Hervorragungen behaftet, welche links und rechts vom Werkstück so tief herabreichen, dass sie auch in der höchsten Stellung des ersteren hinter dem festen Scherblatt *a* bleiben. Scherblätter für runde Querschnitte sind mit halbrunder Schneidkante versehen, aber auch wohl mit kreisrunden Löchern, welche der Stab möglichst genau ausfüllt, und welche gegeneinander verschoben werden, um die Quertrennung zu bewirken.

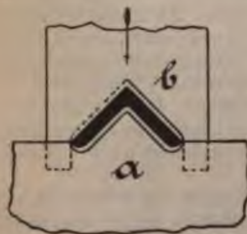


Fig. 63.

Scheren für weniger einfache Querschnitte bedingen besondere Einrichtungen, um zu verhüten, dass der verschieden grosse Widerstand der verschiedenen Dicken nicht zu grosse Umgestaltungen der Werkstückenden verursacht. Z. B. führt man Scheren für T-Eisen in folgender Weise aus: Das feste Scherblatt nimmt den vollen Querschnitt des T-Eisens auf, und zwar so, dass die Mittelrippe des letzteren nach unten gerichtet ist. Nunmehr bewegt sich ein Scherblatt wagerecht an

dem festen entlang und veranlasst den Bruch der Mittelrippe, worauf — nachdem sich das erste bewegliche Scherblatt wieder zurückbewegt hat — ein zweites bewegliches Scherblatt sich von oben nach unten bewegt und durch Quertrennen des Fusses die Arbeit vollendet.

Zu gleichem Zwecke, d. h. um weitgehenderes Verdrücken der Werkstückenden zu verhüten, klemmt man auch wohl das Werkstück vor dem Zerlegen desselben diesseits und jenseits der Trennungsfläche fest ein.

Das Abkürzen durch Abbrechen ist namentlich für Rundeisen gebräuchlich. Es wird die demnächstige Bruchstelle durch Meisselhiebe kräftig vorgezeichnet (I, 340), das Werkstück links und rechts von der Vorzeichnung auf eiserne Klötzchen gelegt, ein drittes solches Klötzchen, welches seinen Platz oben, mitten auf der Vorzeichnung findet, hinzugefügt und nun durch einen oder einige kräftige Hammerschläge auf letzteres Klötzchen der Bruch herbeigeführt.

Wenn man für vorliegenden Zweck, wie vorgeschlagen ist, statt des Hammerschlags den ruhig wirkenden Druck einer Presse anwendet, so verbiegen sich die Enden, welche der Bruchstelle nahe liegen, in so erheblichem Grade, dass man sie gerade richten muss, bevor die Rundeisenstücke z. B. der Drehbank übergeben werden können. Je plötzlicher der Druck eintritt, um so weniger ist von einer bleibenden Verbiegung zu bemerken. Da ein zu heftiger Schlag die durch Brechen gewonnenen Stücke, auch die Stützklötzchen weit wegwirft und somit die Arbeiter gefährdet, so ist bei Ausführung der in Rede stehenden Arbeit mit Geschick und grosser Vorsicht zu verfahren.

In ziemlichem Umfange wird das Zerschneiden der Stäbe mittels Sägen angewendet, welches sich den bisher erörterten Verfahren gegenüber dadurch empfiehlt, dass es die entstehenden Enden fast gar nicht verunstaltet.

In den Walzwerken zerschneidet man die noch glühenden Stäbe mittels (schmiedeiserner) Kreissägen in die handelsübliche Länge. Die betreffenden Sägen nennt man wohl Heisssägen. Sie haben je nach Umständen 0,8 bis 1,5 *m* Durchmesser, drehen sich minutlich 800 bis 2000 mal (sekundl. Umfangsgeschwindigkeit bis 60, ja 80 *m*) und beanspruchen zu ihrem Betriebe 2 bis 12 Pferdekräfte. Die Zahnteilung beträgt 2 bis 4 *cm*, die Zahnlückentiefe 1 bis 2 *cm*, die Blattstärke 3 bis 4 *mm*. Um zu starke Erwärmung zu verhüten, lässt man nicht selten die Säge in Wasser waten. Meistens lagert man die Welle der Heisssäge in das untere Ende eines Pendels, um sie bequem gegen das Werkstück führen zu können.[1]) Unerwärmtes Eisen wird mittels sogenannter Kaltsägen (III. Abschn. C, 3) zerlegt.

2. Das Biegen.

Es verläuft bei stabförmigen Gebilden gerade so, wie bei Blech, auch dienen ihm im wesentlichen gleiche Einrichtungen.

So wird zuweilen das Werkstück einseitig eingespannt, während das andere Ende der Einspannvorrichtung gegenüber einen Ortswechsel erfährt[2]) oder es wird auf zwei Stützpunkte gelegt, während zwischen diesen der bewegliche An-

---

[1]) Wiebe, Skizzenbuch, Heft 19, Taf. 6.
Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1853, S. 95 m. Abb.
D. p. J. 1863, **169**, 110 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 810 m. Abb.
D. p. J. 1886, **262**, 254 m. Abb.

griffspunkt sich befindet.[1]) Die Richtmaschinen (S. 213) stimmen grundsätzlich mit derartigen Biegemaschinen überein. Es greifen auch wohl mehrere biegende Kräfte gleichzeitig an.[2]) Gleichmässige Krümmungen werden fast immer durch drei Walzen, zwischen denen das Werkstück sich hindurch bewegen muss — gerade so, wie bei den Blechbiegemaschinen (S. 269) hervorgebracht.[3])

Bei einigen der stabförmigen Gebilde ist besondere Vorsicht anzuwenden, um zu verhüten, dass sich die Querschnittsgestalt infolge der während des Biegens auftretenden Zug-, bezw. Druckspannungen ändert; es mögen hier einige der in Frage kommenden Mittel angeführt werden.

a. Röhren. Sie haben naturgemäss die Neigung, den beim versuchten Biegen auf sie einwirkenden äussern Kräften dadurch auszuweichen, dass sie sich an der Biegungsstelle mehr oder weniger platt drücken. Nur sehr dickwandige Röhren gestatten das Biegen — sei es im erwärmten oder unerwärmten Zustande — ohne besondere Sicherung gegen das sogenannte Zusammenklappen.

Legt man die Röhre an der Stelle, an welcher sie gebogen werden soll, in eine halbrunde, ihrem Durchmesser genau angepasste Furche, so erfährt die Wandung eine Stützung winkelrecht zu der Biegungsebene, wodurch in sehr vielen Fällen das Plattwerden in genügendem Grade verhindert wird. Zu weiterer Schonung der Röhrengestalt werden bei Walzenbiegemaschinen alle drei Walzen mit einer solchen Furche versehen.[4]) Spitzbogenförmige Rillen haben den Vorzug gegenüber halbrunden, dass in denselben verschieden weite Röhren die in Rede stehende Stützung erfahren können.

Ein zweites Mittel zum Verhindern des Röhrenabplattens besteht in dem Ausfüllen der Röhren. Man verwendet hierfür — namentlich für kalt zu biegende Kupfer-, Tombak-, Messing u. s. w. Röhren — den Treibkitt (S. 278) oder auch Fichtenharz (Kolophonium). Der Ausfüllungsstoff wird geschmolzen in die Röhre gegossen und nach stattgehabter Biegung durch entsprechendes Erwärmen wieder entfernt; er ist bildsam genug, um der Biegung zu folgen, aber zu steif, um eine wesentliche Querschnittsänderung zu gestatten. Sollte eine solche eingetreten sein, so würde die Füllung das Rundhämmern mittels eines hölzernen Hammers erleichtern.

Statt einer solchen bildsamen Ausfüllung sind für die Stützung der Röhrenwände biegsame Dorne vorgeschlagen worden.[5]) An dieser Stelle ist der Röhrenbiegmaschinen (hauptsächlich für blecherne Rauchröhren bestimmt) zu gedenken. Sie bilden auf der hohlen Seite der Biegung regelmässige Falten, so dass das sonst hier nötig werdende Stauchen hinwegfällt.[6])

b. Formeisen. Es kommen hier hauptsächlich L und T-Eisen in Frage. Um die Änderung des Winkels dieser Walzeisen zu verhindern, bringt man in den zum Biegen dienenden Walzen Furchen an, in welchen die über die hohe Kante zu biegenden Teile sicher gegen Ablenkungen geschützt sind.[7]) Fig. 64 stellt eine der drei Biegewalzen dar. C bezeichnet die, z. B. stehend gelagerte Welle der Walze, mit welcher eine Scheibe fest verbunden ist, welche den gleichen Durchmesser wie der Walzenkopf A hat. Letzterer ist an der Welle zu verschieben, wird aber — durch eine sogenannte Feder — gezwungen, an deren Drehbewegung teilzunehmen. In der Verlängerung der Welle findet sich eine

---

[1]) Für Eisenbahnschienen: D. p. J. 1886, **262**, 253 m. Abb.
Für stärkere Stäbe: daselbst, S. 252 m. Schaub.

[2]) Für gekröpfte Wellen: D. p. J. 1878, **229**, 316 m. Abb.
Für Wagenfedern: D. p. J. 1878, **227**, 27 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1832, **44**, 272; 1886, **262**, 253 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1882, **244**, 166 m. Abb.

[5]) D. p. J. 1875, **218**, 459; 1876, **221**, 202 m. Abb.; 1886, **262**, 252.

[6]) D. p. J. 1874, **211**, 258 m. Abb.

[7]) D. p. J. 1882, **243**, 372 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1886, S. 453 m. Abb.

Schraube, deren Muttern so auf einen Bügel des Walzenkopfes *A* wirken, dass man den zwischen diesem und der oben erwähnten Scheibe frei bleibenden Spalt beliebig weit einstellen kann. In diesen legt sich nun derjenige Schenkel des zu biegenden Winkeleisens *w*, welcher in der Breite gebogen werden soll, während der andere Schenkel sich flach auf den Umfang des Walzenkopfes legt. In der Figur ist durch punktierte Linien angedeutet, wie ein T-Eisen zu legen ist, wenn der Fuss desselben in seiner Breite gebogen werden soll.

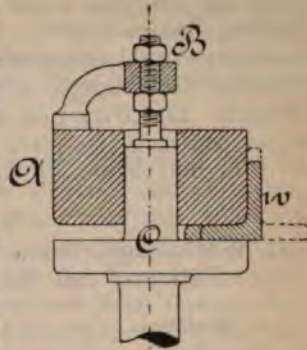


Fig. 64.

Die L-förmigen Spanten eiserner Schiffe müssen nicht allein in ihrer Längenrichtung eine eigenartige Krümmung erhalten, sondern der Winkel, welchen die Schenkel derselben einschliessen, muss an verschiedenen Stellen verschieden gross sein. Man pflegt, um beide Gestaltungen gleichzeitig hervorzubringen, auf einer eisernen, ebenen Platte nach einer, den Längenverlauf angebenden hölzernen Lehre eiserne Klötzchen zu befestigen, welche an der, der Lehre zugekehrten Seite mit der Platte denjenigen Winkel einschliessen, welchen die Aussenseiten des winkelförmigen Spantes an der betreffenden Stelle haben sollen, sodann das in seiner ganzen Länge rotglühend gemachte Eisen mittels Hammerschläge und Hebeldrucks einerseits gegen die ebene Platte, anderseits gegen die erwähnten Klötzchen zu drücken. Nach dem Erkalten findet dann noch ein Berichtigen der Gestalt durch Hammerschläge statt.

Es ist auch eine Maschine vorgeschlagen, welche die veränderliche Winkelgrösse hervorbringen soll.[1])

Das Biegen des Drahtes in eine Spiralgestalt geschieht gewöhnlich, indem man die Spirale als Furche auf einem entsprechend gestalteten Holzkörper anbringt, den Draht mit einem Ende an diesem befestigt und sodann den letzteren dreht, sodass sich der Draht in die Furche legt und im wesentlichen deren Gestalt annimmt, wenn man den auflaufenden Draht entsprechend gespannt erhält. Wegen der Elasticität des Drahtes werden die Krümmungshalbmesser des letzteren grösser als diejenigen der Furche, so dass dem Abheben des Werkstückes von der hölzernen Lehre erhebliche Schwierigkeiten nicht entgegenstehen. Man hat eine Maschine hergestellt[2]), welche die obige Lehre überflüssig macht.

Die Hauptbiegung erzeugen drei Rollen, welche ähnlich wie die Walzen der Blechbiegemaschine angeordnet sind, deren gegenseitige Lage man aber während der Arbeit behufs Änderns des Krümmungshalbmessers ändert. An der Austrittsseite des Drahtes befindet sich eine Platte, welche den Draht von seiner ebenen Bahn seitwärts ablenkt.

C. Bearbeitungen durch Spanabheben (I, 380).

Das einfachste spanabhebende Werkzeug für Metalle ist der **Flachmeissel**, reicher gegliedert sind schon **Grabstichel** und **Kreuzmeissel**,

[1]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 453 m. Schaub.
[2]) D. p. J. 1878, **229**, 215 m. Abb.

ihnen schmiegen sich diejenigen Werkzeuge an, welche die Genauigkeit des Arbeitens dadurch erleichtern, dass sie eine weitergehende Führung mittels der Flächen, welche sie am Werkstück hervorbringen, erfahren (Feilen, Schleifmittel, Sägen, Lochbohrer, Gewindeschneidwerkzeuge); als sogenannte Werkzeugmaschinen sind voll und ganz diejenigen Einrichtungen aufzufassen, welche die gegenseitige Lage des Werkzeugs zum Werkstück durch besondere und vielfach kraftvolle Führungen bewirken (Hobel-, Feil- und Stossmaschinen, Drehbänke und Bohrmaschinen, Fräs- und gewisse Schleifmaschinen).

1. Werkzeuge, bezw. Werkzeugmaschinen mit teilweiser Führung des Werkzeugs durch das Werkstück.

a. Meissel.

Derselbe kommt, wie schon angedeutet, in zwei Arten, nämlich als Flachmeissel oder Kaltmeissel (I, 383) und als Kreuzmeissel (I, 410) vor, welche sich wesentlich dadurch unterscheiden, dass ersterer (meistens) nur mittels einer Schneidkante eine Abtrennung zu bewirken hat und diese 6 *mm* bis 36 *mm* lang ist, während der letztere ausser der Hauptschneide noch zwei fast winkelrecht zu dieser liegende Nebenschneiden besitzt, die ihn befähigen, durch Abheben eines im Querschnitt rechteckigen Spanes eine dementsprechende Furche zu bilden. Die Hauptschneide des Kreuzmeissels ist höchstens 12 *mm* lang, zuweilen aber weniger als 2 *mm*; sie ist, um das Klemmen des Werkzeugs in der gebildeten Furche zu mindern, jederzeit grösser, als die Dicke des Meisselkörpers hinter der Schneide beträgt. Man giebt, um dem Kreuzmeissel trotzdem eine entsprechende Steifigkeit zu geben, dem Körper desselben eine ziemlich grosse Breite winkelrecht zur Schneide.

Gewöhnlich werden die Meissel 8 bis 22 *cm* lang und zwar gänzlich aus Stahl gemacht. Der vorderste Teil, welchem die Schneide angeschliffen wird, ist gehärtet und gelb, rot oder selbst blau angelassen. Der hintere Teil oder der Stiel muss ohne Härtung bleiben, damit er durch die Hammerschläge, mit welchen man den Meissel treibt, nicht abspringt.

Die Gestalt des Stieles der Meissel ist vierkantig mit (des bequemen Haltens wegen) gebrochenen Kanten, also streng genommen achtkantig. Schon in beträchtlicher Entfernung von der Schneide fängt die Dicke an, sich dergestalt zu verjüngen, dass die betreffenden zwei Seitenflächen des Werkzeuges sich unter einem Winkel von 15 bis 30° gegeneinander neigen; die Schneide aber wird nicht durch das Zusammentreffen dieser Verjüngungsflächen erzeugt, sondern durch zwei schmale Flächen, welche unter einem grössern Winkel (45 bis 70°) zu einander geneigt und durch Anschleifen gebildet sind. Kommt man beim fortgesetzten Gebrauche grosser Meissel durch wiederholtes Nachschleifen zu sehr in den dickeren Teil, so müssen sie von neuem schlank ausgeschmiedet und wieder gehärtet werden.

Bei der Arbeit mit dem Meissel setzt man denselben schräg auf und schlägt auf das Ende des Stieles mit dem Hammer, wodurch die Schneide eindringt und mehr oder weniger starke Späne ablöst.

Eine gewisse Führung des Meissels findet durch den Rücken der Schneide statt (I, 383); da jedoch das Vorwärtstreiben des ersteren mittels Hammerschläge erfolgt, so ist selbst der geschickteste Arbeiter ausser stande, mittels des Meissels eine von Runzeln freie Fläche zu bilden. Der Flachmeissel dient des-

halb namentlich zum Beseitigen der harten Kruste, mit welcher das Gusseisen in der Regel behaftet ist, und zum gröblichen Weiterausbilden geschmiedeter Werkstücke, soweit die Anwendung der Werkzeugmaschinen ungeeignet erscheint. Bei dem Kreuzmeissel kommt die Glätte der von seiner Hauptschneide gebildeten Fläche nicht in Frage. Man benutzt ihn zum Abkreuzen oder Abqueren grösserer Stücke, indem man mit seiner Hilfe durch Abheben schmaler Späne zwischen dem abzutrennenden Stück und dem übrig bleibenden schrittweise eine, beide scheidende Furche bildet.

b. Grabstichel (Stichel, Zeiger).[1]

Man kann die verschiedenen Arten dieses Werkzeuges als kleine Meissel ansehen, die sich von den eigentlichen Meisseln dadurch unterscheiden, dass sie (wenige, seltene Fälle ausgenommen) nicht mit dem Hammer getrieben, sondern nur mit der Hand geführt werden, deren Druck das Eindringen der Schneide und somit die Wegnahme feiner Späne bedingt. Nicht nur beim Kupferstechen und beim Gravieren, Graben von Zeichnungen und Aufschriften auf Metallarbeiten, finden die Grabstichel Anwendung, sondern auch zum Ausbilden der metallenen Siegel, Münz-Prägstempel u. dgl.; desgleichen zur völligen Ausarbeitung mancher feiner Gusswaren, zarter Gold- und Silberarbeiten u. s. w.: überhaupt in solchen Fällen, wo kleine Metallteilchen wegzunehmen sind, denen mit anderen Werkzeugen nicht beizukommen ist.

Man kann einen Grabstichel überhaupt als ein gehärtetes stählernes Stäbchen erklären, welches an einem seiner Enden so abgeschliffen ist, dass es eine kleine Schneide oder eine Spitze mit daran liegenden Schneiden erhält. Das andere Ende ist zugespitzt und steckt in einem runden, gedrückt-birnförmigen Hefte, von dessen Umfang oft der untere Teil weggeschnitten ist, damit es fester in der Hand liege und damit das Werkzeug unter einem sehr spitzen Winkel gegen die zu bearbeitende Metallfläche aufgelegt werden kann, ohne dass die Finger, welche das Heft von unten umfassen, der Bewegung hinderlich fallen.

Die Verschiedenheit der Arbeiten, welche mit dem Grabstichel ausgeführt werden, macht eine gewisse Mannigfaltigkeit in deren Gestalt und Grösse notwendig. Die Länge der Grabstichel beträgt (ungerechnet die im Hefte steckende Angel) 8 bis 10 *cm*; ihre Dicke (welche sich vom Hefte gegen die Spitze oder Schneide zu allmählich vermindert) 2 bis 6 *mm*; die Gestalt des Querschnittes ist verschieden; die Zuschärfung geschieht durch eine von obenher angeschliffene schräge Fläche (die Kappe, das Schild); die Kante oder Fläche, welche nach unten gekehrt ist und durch Zusammentreffen mit der Kappe die Schneide erzeugt, wird die Bahn genannt.

Die Arten der Grabstichel sind in folgender Übersicht zusammengestellt:

Grabstichel (im engeren Sinne des Wortes), die gewöhnlichste Art und beim Kupferstechen fast allein im Gebrauch. Der Querschnitt ist quadratisch oder rautenförmig; die Bahn ist eine der Kanten des Viereckes (bei den rautenförmigen Grabsticheln eine der spitzwinkligen Kanten); die Kappe erscheint, wegen ihrer Neigung gegen die Bahn, auch bei den quadratischen Sticheln rautenförmig. An dem Punkte, wo der untere Winkel der Kappe mit der Bahn zusammenstösst, entsteht eine scharfe Spitze und die zwei Seiten der Kappe, welche jenen Winkel einschliessen, bilden zwei in der Spitze sich vereinigende Schneiden. Die Kappe macht mit der Bahn einen Winkel von 30 bis 45 und selbst 60°. Die Schärfenwinkel der zwei in die Spitze auslaufenden Schneiden

[1] Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 192 m. Abb.

messen bei den niedrigen Sticheln 48 bis 54°, bei den halbhohen und hohen 59 bis 67°.

Messerzeiger. Im Querschnitte scharf keilförmig, wodurch er eine messerähnliche Gestalt erhält; die Schneide des Keiles ist die Bahn und bildet mit der schmal dreieckigen Kappe eine sehr scharfe Spitze. Hier beträgt der Kantenwinkel der Bahn nur 12 bis 16°, und die Kappe ist gegen die Bahn unter 38 bis 48° geneigt.

Spitzstichel, vom vorigen nur dadurch verschieden, dass die beiden Seitenflächen, welche durch ihr Zusammenstossen die Bahn bilden, nicht flach, sondern gewölbt sind. Der ovale Spitzstichel hat statt der oberen schmalen Fläche eine Kante, wie unten, so dass der Durchschnitt eine zweispitzige Figur bildet. Der Justierzeiger, welcher von den Goldarbeitern gebraucht wird, um die Kästen, worin Steine gefasst werden, auszuarbeiten (zu justieren), hat die Gestalt des ovalen Spitzstichels, ist aber nicht von oben, sondern von der Seite her angeschliffen, wodurch er eine bogenförmige Schneide erhält.

Flachstichel, im Durchschnitte trapezförmig, mit zwei breiten Seitenflächen, einer schmalen Fläche als Bahn und einer noch schmäleren als Rücken (der Bahn gegenüber). Durch das Anschleifen der Kappe entsteht eine schmale, geradlinige Schneide. Sehr (4 bis 7 *mm*) breite Flachstichel sind mehr breit als hoch; bei den schmalen (die am gewöhnlichsten vorkommen) ist es umgekehrt; bei den allerschmälsten ist der Rücken breiter als die Bahn, damit das Werkzeug nicht gar zu schwach ausfalle. Die Breite an der Schneide und überhaupt auf der Bahn beträgt 0,4 bis 6 *mm*; Neigungswinkel der Kappe gegen die Bahn = 20 bis 40°; dieser Winkel ist bei den breiteren Flachsticheln kleiner als bei den schmalen.

Dreieckige Stichel. Durchschnitt ein niedriges gleichschenkliges Dreieck. Je nachdem man die Kappe nach der Spitze oder nach der Grundlinie hin anschleift, bildet sich entweder eine Spitze oder eine geradlinige Schneide.

Boltstichel, vom Flachstichel nur dadurch abweichend, dass die Bahn keine ebene, sondern eine in der Querrichtung hohle Fläche ist, wodurch die Schneide bogenförmig ausfällt.

Rundstichel. Querschnitt kreisförmig; Kappe elliptisch; Schneide also bogenförmig, jedoch stärker gekrümmt als beim Boltstichel.

Ovale Stichel, Querschnitt oval, der grössere Durchmesser des Ovales senkrecht stehend; übrigens mit dem vorigen übereinstimmend.

Fadenstichel, von der Form des Flachstichels, jedoch statt der Schneide mit zwei oder mehreren feinen spitzigen Zähnchen versehen, welche durch Längenfurchen der Bahn hervorgebracht werden; zur Ausführung von Schraffierungen, überhaupt zum Einschneiden gleichlaufender Linien.

Alle Grabstichel müssen aus dem besten Stahle verfertigt, sorgsam gehärtet und strohgelb angelassen werden, damit ihre Spitze oder Schneide lange scharf bleibt, ohne dem Ausbrechen unterworfen zu sein. Doch sind diese beiden Bedingungen nicht leicht zu vereinigen, und daher sind Grabstichel, welche auf Kupfer oder Silber trefflich aushalten, oft beim Graben auf Stahl kaum zu gebrauchen. Sehr vorteilhaft für die Güte der Grabstichel ist es, wenn man sie mehrmals bis zum Gelbanlaufen erhitzt und dann auf dem Ambosse mit leichten Schlägen überhämmert. Dadurch verdichtet sich der Stahl und gewinnt an Zähigkeit. Spitzige Grabstichel werden am besten aus einem vierkantig geschmiedeten Stahlstäbchen verfertigt, welches man so ausfeilt, dass die Bahn aus einer der ursprünglichen Flächen entsteht. Diese Flächen sind nämlich durch das Schmieden verdichtet und deshalb zäher als die Kanten, auf welche keine Hammerschläge gewirkt haben. Daher ist das angegebene Verfahren besser, als das gewöhnliche Verfahren, wobei der Stichel gleich in der gehörigen Querschnittsgestalt geschmiedet wird.

c. Metallsägen.[1])

Die Säge ist als eine Zahl Kreuzmeissel aufzufassen (I, 409), welche

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1842, Bd. 12, S. 131 m. Abb.

ande einer dünnen Stahlplatte (dem Blatt) sich befinden. Sie hat Zweck, schmälere Späne, als der gewöhnliche Kreuzmeissel gestattet, ösen, dabei aber womöglich in kürzerer Zeit die betreffende Furche ilden.

Die Metallsägen werden in der Regel nur strohgelb angelassen. Man nnt die grössere Schneidenlänge gegenüber der Sägeblattdicke (I, 410) eder dadurch, dass man das Blatt an dem Rande, an welchem die e ausgebildet werden sollen, dicker macht als am Rücken, oder durch hen. Letzteres bedingt eine gewisse Weichheit, also ein stärkeres lassen der Härte vielleicht bis zur roten Anlauffarbe.

Soweit die Sägen mittels fester Führungen und mit bestimmter Schalt- windigkeit dem Werkstücke genähert werden, wird von ihnen unter (Fräsmaschinen u. s. w.) noch einmal die Rede sein. Gegenwärtig elt es sich um solche Sägen, welche lediglich gegen das Werkstück ückt werden und in dem Grade in dasselbe eindringen, als sie sich Spanabheben hierfür Raum schaffen.

Viele Metallsägen werden als Steifsägen, andere als gespannte en ausgeführt; erstere bedingen, um entsprechend steif zu sein, eine grössere Dicke, als letztere.

Steif-Handsägen werden zuweilen aus alten Sensenblättern gefertigt, n man auf deren dünnerem Rande durch Meisselhiebe (wie bei dem Auf- n der Feilen, vergl. I, 395) auf 1 *cm*. Länge des Blattes 5 bis 10 Zähne gt; der Sensenrücken ist für die Versteifung des Blattes nützlich. Sonst en die aus Stahlblech erzeugten Sägeblätter durch Annieten eines Rückens eift.

Maschinensägen sind als Steifsägen wohl nur in Gestalt kreisförmiger r im Gebrauch. Man bildet die Zähne (abgesehen von den Heisssägen) entweder durch Meisselhiebe, wie soeben erwähnt, oder durch Ausschnei- r Lücken und nachträgliches Stauchen[1]) aus, oder setzt dem Sägeblatt- die besonders hergestellten Zähne ein.[2]) Letzteres Verfahren ist insofern eckmässigere, als man im stande ist, die Zähne auf besondern Maschinen u gestalten und sie sicherer zu härten als möglich ist, wenn sie mit geblatt ein einziges Stück bilden. Dem gegenüber bedingen jedoch die ngen zwischen Zähnen und Sägeblatt eine erheblich grössere Schnitt- s nötig ist, wenn die Zähne aus dem Sägeblatt selbst hervorgehen.

nn letzteres gewählt wird, so macht man die Sägeblätter für Eisen n) etwa 1,5mal so dick als diejenigen für Holzsägen (I, 416). Nach Beobachtungen des Verfassers scheint man die Dicke s, wenn sie, wie messer D in *mm* ausgedrückt wird, etwa zu treffen durch die Glei-

$$s = 0,2 \sqrt{D}.$$

mfangsgeschwindigkeit der Kalt-Kreissägen ist im wesentlichen die- Fräsen (s. w. u.), nämlich etwa 30 bis 40 *cm* sekundlich.

ewirkt die Näherung des Werkstücks gegenüber dem Werkzeug — eres hier in Frage kommt — mittels der Hand oder durch ein

nderen Fällen bedient man sich auch der Kronensäge (I, 417), sschneiden runder Scheiben aus Blechen. Die mit einem Rücken hene Säge ist alsdann trommelförmig gebogen, mittels Scheibe einer

J. 1884, **253**, 362 m. Abb.
auch Z. d. V. d. I. 1885, S. 830 m. Abb.
J. 1880, **237**, 271 m. Abb., 440 m. Abb.; 1881, **241**, 21 m. Abb.

Welle angefügt; es ist in letzterer eine Spitze angebracht, die, in eine Körnervertiefung des Bleches eingreifend, die Kreisführung übernimmt und in dem Masse zurückweicht, wie die Säge eindringt.

Gespannte Sägen (I, 417) sind Bügelsägen (auch Bogenfeilen genannt) als Handwerkzeuge, Bandsägen (I, 419) als Maschinensägen.

Das Gestell (der Sägebogen) der Bügelsäge besteht aus Schmiedeisen und ist *C*-förmig gestaltet. Das Sägeblatt, welches oft nur 10 *cm*, aber zuweilen bis 45 *cm* lang und auf 1 *cm* Länge mit 5 bis 10 Zähnen versehen ist, wird mit einem der Hörner des *C*-förmigen Gestells fest, mit dem andern (mittels Spannschraube) einstellbar verbunden; ein meistens in der Längenachse des Sägeblattes angebrachter Griff dient zur Führung bezw. Bethätigung der Säge. Eine Abart der Bügelsäge, die Laubsäge, zeichnet sich durch die Kleinheit der Zähne (10 bis 25 auf 1 *cm*), geringe Breite (0,6 bis 2 *mm*) und Dicke (etwa 0,25 *mm*) ihres Sägeblattes und durch zierliche Bauart ihres weit auskragenden Gestells aus. Sie dient zum Erzeugen krumm verlaufender Schnitte.

Die Bandsäge für Metall unterscheidet sich von derjenigen für Holz nur durch kräftigere Bauart und geringere Schnittgeschwindigkeit (etwa 0,40 *m* bis 1,25 *m* sekundlich).[1] In einer 25 *mm* dicken Eisenplatte soll man bei der zuletzt angegebenen Geschwindigkeit minutlich 38 *mm* Schnittlänge erzeugen können.

Man pflegt aus Gründen, welche früher (I, 385) angegeben wurden, mittels reinen Wassers, Seifenwassers, Öl oder dergleichen zu schmieren. Bei Bearbeitung weicher Metalle (Blei, Zinn u. dgl.) bezweckt das Netzen auch, das Ballen der Späne bezw. Verstopfen der Zahnlücken durch letztere zu hindern.

d. Feilen.

Man hat, jedoch ohne den erwarteten Erfolg, versucht, zur Bearbeitung der härteren Metalle einen dem Holzhobel (I, 390) ähnliches Werkzeug zu verwenden. Für die Ebnung der Flächen weicher Metalle ist jedoch ein solcher Hobel in manchen Fällen sehr geeignet.

Seine Einrichtung weicht von dem Holzhobel nur dadurch ab, dass die Hobelsohle möglichst hart (meistens aus Gusseisen gefertigt) ist, die Klinge steiler zur Hobelsohle steht und einen grösseren Zuschärfungs- oder Schneidwinkel besitzt.

Für harte Metalle vertritt aber die Feile den Handhobel; sie wird überhaupt in denjenigen Fällen verwendet, in welchen genauere Gestaltung und glatte Flächen verlangt werden, die Anwendung der Werkzeugmaschinen aber unthunlich ist. Das Wesen der Feile ist früher (I, 396) genügend erörtert. Nachdem durch die weitere Ausbildung der Werkzeugmaschinen das Feld, auf welchem die Feile mit Vorteil zu verwenden ist, verhältnismässig klein geworden ist, können die noch zu behandelnden Umstände kurz erledigt werden.

Beim Gebrauch der Feilen wird das Heft derselben mit der rechten Hand gefasst; auf die Spitze oder das vordere Ende aber legt man (wenn die Feile nicht sehr kurz ist) die Finger oder den Ballen der linken Hand, um den nötigen Druck gegen die Arbeitsfläche zu erzeugen. Dieser Druck wird jedoch nur ausgeübt, während man das Werkzeug vorwärts schiebt; im Zurückziehen (wo der Hieb nicht erfolgreich wirken kann), lässt man dasselbe leicht über die Fläche der Arbeit hingleiten. Mit groben Feilen fängt man an (das Bestossen, Schruppen), mit feineren und ganz feinen wird die Ausarbeitung vollendet (das Schlichten, Abschlichten), damit die gefeilten Flächen allmählich mehr

---

[1] Annales industrielles 1884, S. 661 m. Abb.
D. p. J. 1884, **254**, 286 m. Abb.
Iron, Nov. 1886, S. 410 m. Schaub.

Glätte annehmen. In dieser Beziehung muss man eine richtige Abstufung beobachten, weil eine sehr feine Feile, unmittelbar nach einer sehr groben angewendet, die Spuren der letzteren nur mit verhältnismässig grosser Mühe ganz vertilgen kann und man die feinen Feilen, als die teureren, schonen muss.

Die feinen Feilen werden auf Schmiedeisen und Stahl (nicht auf Gusseisen und Messing) mit Öl gebraucht. Teils bildet das Öl mit den feinen Feilspänen eine Art Paste, welche den Hieb bis zu einem gewissen Grade ausfüllt und nur die äussersten Spitzen der Zähne zum Angriff kommen lässt, sodass keine groben und tiefen Risse in dem Metalle entstehen; teils wird durch das Öl das Festsetzen gröberer Späne an der Feile verhindert, welches beim Gusseisen und Messing nicht so leicht eintritt, weswegen auch hier das Öl entbehrlich ist.

Gut und schön gefeilte Arbeiten besitzen glatte und ebene Flächen, gerade und scharfe (nicht abgerundete) Kanten und einen regelmässigen Feilstrich. Letzterer muss aus gleichmässig starken, geraden und unter sich gleichlaufenden Linien bestehen, welche bei schmalen Gegenständen nach der Länge, also nicht querüber, am wenigsten aber schräg, laufen sollen. Vollkommenes Feilen gehört nicht zu den leichtesten Aufgaben des Metallarbeiters. Beim Befeilen einer grösseren Fläche legt man die Feile abwechselnd in verschiedenen Richtungen auf und prüft von Zeit zu Zeit durch Anlegen eines sehr geraden Lineales die Ebenheit der Fläche, sowie mit dem Winkelmasse den rechten Winkel der Kanten. Das beste Prüfungsmittel auf die vollkommene Ebenheit einer gefeilten Fläche besteht im Auflegen auf eine genau geebnete und glatte Gusseisenplatte (I, 674), welche mit einer dünnen Schicht in Öl angeriebener roter Farbe (Mennige, Bolus) zart und gleichmässig überzogen ist. Die gefeilte Fläche, sanft darauf angedrückt und herumgeschoben, nimmt an allen Stellen, wo Berührung stattfindet, Farbe an, und so erkennt man die noch vorhandenen Unebenheiten; vollendet ist die Bearbeitung, wenn die ganze Fläche sich gleichmässig färbt. Alle Gegenstände von einiger Grösse sind beim Befeilen im Schraubstocke befestigt; und da eine Feile regelmässig nicht anders als in wagerechter Richtung geführt wird, so ist es nötig, das Arbeitstück jedesmal umzuspannen (d. h. seine Lage im Schraubstocke zu ändern), wenn die Bearbeitung einer neuen Fläche begonnen werden soll, welche dabei immer obenauf und wagerecht zu liegen kommen muss. Kleine Stücke spannt man in einen Feil- oder Stielkloben, der mit der Hand nach Erfordernis gelenkt, bezw. gewendet wird, und legt sie zur Unterstützung auf ein im Schraubstocke oder auf der Werkbank befindliches Holzstück (Feilholz). Dass bei der Bearbeitung krummer Flächen die Feile mancherlei angemessene Wendungen machen muss, versteht sich von selbst; sowie sich manche eigentümliche aber seltenere Anwendungsarten der Feilen in jedem einzelnen Falle für den geübten Arbeiter von selbst ergeben (Beispiele: das Ablaufen runder Gegenstände mit der Feile auf der Drehbank; das Abziehen langer schmaler Flächen mit der quer aufgelegten aber nach der Länge des Arbeitstückes fortbewegten Feile, und langer runder Gegenstände zwischen zwei auf ähnliche Weise gebrauchten Feilen u. s. w.).

Früher oder später drücken sich Metallteile von den gefeilten Arbeitstücken so fest in den Hieb der Feilen ein (Verstopfen), dass letztere schlecht oder gar nicht mehr angreifen. Man muss dann zum Ausputzen der Feile schreiten, welches auf verschiedene Weise verrichtet wird. Ist der Hieb ziemlich grob, so fährt man durch die Furchen des Oberhiebes mit einer Stahlspitze oder mit der dünn ausgehämmerten Kante eines Messingblechstreifens; feinen Hieb reinigt man mittels einer Kratzbürste, nämlich eines fest zusammengebundenen Büschels dünner Eisen- oder Messingdrähte; am besten aber mittels eines auf Holz genagelten Stückes von Baumwollkratze, welche aus kleinen in Leder steckenden Eisendrahthäkchen besteht. Die Reinigung wird wesentlich befördert, wenn man beim Abbürsten einige Tropfen Benzin auf die Feile bringt, weil dieses schnell das vorhandene verdickte Öl auflöst.

Feilen, welche schon stark abgenutzt (stumpf geworden) sind, erlangen oft dadurch wieder einige Schärfe und Brauchbarkeit, dass man sie — nach Entfernung der darin sitzenden Feilspäne, Öl und Schmutzteile — der Einwirkung

einer starken Säure aussetzt, welche die Zähnchen des Hiebes oberflächlich angreift und deren Spitzen einigermassen wieder herstellt. Man kocht zu diesem Zwecke die Feile mit Lauge aus oder stellt sie über Nacht in mit Schwefelsäure schwach angesäuertes Wasser, entfernt den erweichten Schmutz mittels einer steifen Bürste, trocknet mit einem Lappen und durch Wärme, benetzt die gehauenen Flächen mit so viel Scheidewasser, als sich ohne abzulaufen daran hält, spült und bürstet nach 4 bis 7 Minuten in reinem Wasser ab, und wiederholt die Anwendung des Scheidewassers mehrmals. Zuletzt muss die Feile sehr sorgfältig abgewaschen, durch Kalkmilch gezogen, in der Wärme getrocknet und mit wenig Öl abgebürstet werden. Der Zweck wird auch erreicht, wenn man die gereinigten Feilen in ein Gemisch aus 1 Mass hochgradiger Salpetersäure, 3 Mass desgl. Schwefelsäure und 7 Mass Wasser so lange als nötig (10 Sekunden bis 5 Minuten oder noch mehr) eintaucht.

Man hat auch empfohlen, das Schärfen stumpf gewordener Feilen mittels Sandstrahles (I, 400) zu bewirken.[1])

Notwendige Eigenschaften einer guten Feile sind: 1) Gehörige Härte. Abgesehen von den grössten Armfeilen, welche oft aus einem Kerne von geschmiedetem Eisen, mit aufgeschweisstem Stahle überzogen, bestehen, sind alle Feilen ganz aus Stahl gefertigt und glashart. Die gusseisernen Putzfeilen der Eisengiessereien sind eine Ausnahme. Die Angel muss man, wenn sie an den neuen Feilen etwa noch hart ist, vor dem Einstecken in das Heft durch Anfassen mit einer glühend gemachten Schmiedezange weich machen, um das Abbrechen derselben zu verhindern. 2) Reinheit des Stahles, der ohne Sprünge, schwarze Flecken und Streifen sein muss. Die Anwesenheit von erheblichen unganzen Stellen und von Härterissen erforscht man — sofern nicht das Auge sie wahrnehmen kann — durch Anschlagen auf einen Stahlklotz, wobei die fehlerfreie Feile einen reinen Klang giebt. 3) Gehörige Tiefe, Regelmässigkeit und Gleichheit des Hiebes. 4) Hellgraue Farbe, weil eine schwarze oder schwarzgraue Fläche die Gegenwart von Glühspan (Zunder) anzeigt, wobei die Schärfe des Hiebes sich schnell abnutzt.

Prüfen der Feilen auf ihre Härte: a. Man fährt mit der Bruchecke einer abgebrochenen guten Feile, unter Anwendung eines starken Druckes und rascher streichender Bewegung, über das zu untersuchende Stück hin. Es erzeugt sich dadurch jedenfalls ein Ritz; man muss nun genau (nötigenfalls mittels der Linse) zusehen, ob dieser Ritz durch Umlegen der Hiebkanten oder durch Ausbrechen derselben entstanden ist: bei einer gehörig harten Feile muss das letztere der Fall sein. b. Ein federhartes Stück Stahl, womit man die Feile der Länge nach, von der Spitze gegen die Angel zu, kräftig streicht, darf auf dem Hiebe keine sichtbare Spur (keinen weissen Strich) zurücklassen; dabei offenbart sich auch etwaige ungleiche Härte verschiedener Stellen durch ungleichen Widerstand. Es versteht sich von selbst, dass von diesen beiden Prüfungsarten die unter a. angegebene nur unter besonderen Umständen, bei sehr strengen Prüfungen und Vergleichungen, angewendet werden darf, weil sie jedenfalls der Feile Schaden thut.

Die grössten Feilen haben sehr selten über 45 bis 60 *cm* Länge; die kleinsten, welche in den Werkstätten der Uhrmacher vorkommen, sind kaum 2 *cm* lang. Innerhalb dieser Grenzen finden zahlreiche Abstufungen der Grösse statt. Man bestimmt die Länge der Feilen nach Zollen (den Zoll zu 25 *mm*) oder Centimetern, wobei die Angel nicht berücksichtigt wird. Die Breite und Dicke stehen (bei jeder einzelnen der Gestalten) mit der Länge in einem ziemlich unwandelbar bestimmten, teils durch Gewohnheit hergebrachten, teils von dem Zwecke abhängigen Verhältnisse.

Die Abstufungen der Feinheit schätzt man nach der Anzahl von Einschnitten, welche der Hieb auf bestimmtem Raume darbietet. Je dichter die Einschnitte stehen, desto schmäler und seichter sind sie natürlich. Um bei der allgemeinen Verschiedenheit der Feilen in dieser Beziehung einigermassen einen

---

[1]) D. p. J. 1879, **231**, 25 m. Abb.; 1880, **236**, 258; 1883, **248**, 86.

Ausdruck für die Grade der Feinheit zu haben, unterscheidet man gewöhnlich drei Arten von Hieb: groben Hieb, Mittelhieb, feinen Hieb. Die grössten Feilen mit grobem Hiebe sind die Armfeilen und die Strohfeilen, welche letztere so heissen, weil sie früher in Stroh verpackt in den Handel kamen. Die Feilen mit Mittelhieb werden gewöhnlich Bastardfeilen, auch Vorfeilen, die mit feinem Schlichtfeilen genannt. Öfters wird zwischen die Bastard- und Schlichtfeilen noch eine Art eingeschoben, welche man Halbschlicht nennt, und nach den Schlichtfeilen noch eine feinere Gattung hinzugefügt: Fein-Schlicht, Schlicht-Schlicht, Doppel-Schlicht, wodurch also im ganzen fünf Haupt-Abstufungen entstehen. Zu diesen fügen einige Fabriken noch eine sechste Gattung (Mittel), welche zwischen Grob und Bastard steht.

Die Bezeichnungen müssen durchaus mit Hinsicht auf die Grösse der Feilen verstanden werden; denn durch die Benennung Schlichtfeile z. B. erhält man keinen festen Begriff von der Feinheit des Hiebes, weil letzterer bei kleinen Feilen feiner als bei grossen ist. Dagegen weiss man, wenn etwa eine 15 *cm*, 30 *cm* u. s. w. Schlichtfeile genannt wird, recht wohl, welche Feinheit des Hiebes man sich zu denken hat, weil für jede Grösse eine ziemlich gleichbleibende Feinheit gewöhnlich ist. Doch weichen in dieser Beziehung die deutschen, französischen und englischen Fabriken, ja die Fabriken eines und desselben Landes, voneinander ab; in England z. B. haben die Lancashire-Feilen bei gleicher Benennung einen feineren Hieb, als die Feilen von Sheffield. Für erstere sind — indem nur die Einschnitte des Oberhiebes gezählt werden — auf 1 Zoll (25 *mm*) Feilenlänge folgende Anzahlen derselben als der Wahrheit sehr nahe kommend anzunehmen.

Gattungen des Hiebes	Länge der Feilen, Zoll.					
	4	6	8	12	16	20
Grob *(Rough)*	56	52	44	40	28	21
Bastard *(Bastard)* . .	76	64	56	48	44	34
Schlicht *(Smooth)* . .	112	88	72	70	64	56
Feinschlicht *(dead-smooth)*	216	144	112	88	76	64

Im allgemeinen enthalten Armfeilen 4 bis 11, Strohfeilen 6 bis 10, die feinsten Uhrmacher-Feilen dagegen 56 bis 76, die Uhrmacher-Zapfenfeilen sogar 90 Einschnitte auf 1 *cm* Länge. Auch ist in allen diesen Fällen ausschliesslich der Oberhieb gezählt; der Unterhieb bietet auf 1 *cm* 1 bis (zumal in feinen Feilen) 4 Einschnitte weniger dar, als jener. — Man sieht aus vorstehender Zusammenstellung, dass die Anzahl der Einschnitte sehr regelmässig mit absteigender Grösse der Feilen zunimmt, und dass demzufolge die kleinsten Bastardfeilen feineren Hieb haben, als grosse Schlichtfeilen.

Was die Gestalt der Feilen betrifft, so sind die meisten gegen das vordere Ende hin stark verjüngt und selbst in eine wirkliche Spitze auslaufend; einige Arten aber sind überall von gleicher Breite und Dicke oder verjüngen sich nur wenig. Die Flächen der Feilen sind (der Länge nach betrachtet) teils gerade, teils bauchig; das letztere ist, mit sehr seltenen Ausnahmen, bei allen Feilen von einiger Grösse der Fall, und hat zunächst den guten Erfolg, das Krummziehen beim Härten weniger schädlich zu machen, ausserdem aber den grossen Nutzen, das richtige Abfeilen ebener Flächen zu befördern, zumal wenn diese in der Richtung des Feilenzuges schmal sind.

Grosse Mannigfaltigkeit zeigen die Feilen in der Gestalt ihres Querschnittes, wonach man sie in viele mit eigenen Namen bezeichnete Gattungen abteilt.

1) Viereckige oder vierkantige Feilen, Querschnitt ein Quadrat, alle vier Flächen gehauen. Hierzu gehören die grössten und gröbsten von allen Feilen, nämlich die Armfeilen, welche zur ersten Ausarbeitung grosser Gegenstände gebraucht werden. Sie sind 30 bis 60 *cm* lang, stark bauchig und

spitz, in der Mitte 2,5 bis 5 *cm* breit und dick. Ihre Grösse wird beim Verkaufe nach dem Gewichte angegeben, welches 1 bis 6, ja selbst 8 bis 9 *kg* beträgt. — Kleinere viereckige Feilen giebt es bis zu 7 *cm* Länge herab, Bastard und Schlicht; dieselben sind spitzig und dienen zur Ausarbeitung viereckiger Öffnungen, Ausschnitte u. s. w.

2) Flache Feilen, Ansatzfeilen, Handfeilen, deren Querschnitt ein Rechteck ist; eine der schmalen Seiten ist ohne Hieb, ihre Breite auf der ganzen Länge gleich. Sie werden 7 bis 40 *cm* lang gemacht.

3) Spitzflache Feilen, Spitzfeilen, Querschnitt wie bei den Handfeilen, die ganze Feile aber spitzig zulaufend, die Flächen bauchig, meist alle vier gehauen, zuweilen jedoch eine der schmalen Seiten ohne Hieb. Die grösste und gröbste Art bilden die flachen Strohfeilen; Bastard- und Schlichtfeilen von spitzflacher Gestalt kommen meist nur in geringeren Grössen vor. Andere Arten der spitzflachen Feilen sind teils dünner und schmäler, teils nur schmäler als die gewöhnlichen; halbdicke Feilen sind grosse spitzflache, deren Dicke so beträchtlich ist, dass sie nahezu die Hälfte der Breite erreicht.

4) Messerfeilen, spitz, im Querschnitt dünn, keilförmig, nach Art einer Messerklinge, nur dass an die Stelle der Schneide eine sehr schmale Fläche tritt; alle vier Flächen mit Hieb versehen. Sie dienen zur Verfertigung schmaler Einschnitte u. dgl., werden aber nicht häufig gebraucht.

5) Gabelfeilen, spitzflache Feilen, deren schmale Seiten abgerundet sind. Bei der Verfertigung der Gabeln werden diese Feilen gebraucht, um die Räume zwischen den Zacken auszuarbeiten; ausserdem macht man damit andere schmale Einschnitte mit abgerundetem Ende.

6) Einstreichfeilen, Schraubenkopf-Feilen, Schwertfeilen: Querschnitt ein sehr stark verschobenes gleichseitiges Viereck, dessen scharfe Winkel ein wenig abgestumpft sind. Die zwei dadurch entstandenen ganz schmalen Flächen sind gleich den vier breiten gehauen. Man macht damit die Einschnitte der Schraubenköpfe und ähnliche schmale Einkerbungen, wozu nie eine grössere Länge der Feile als 5 bis 13 *cm* erforderlich ist. Die Breite und Dicke ist von einem Ende bis zum anderen gleich gross.

7) Dreieckige oder dreikantige Feilen, spitz, der Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck, Hieb auf allen drei Flächen. Sie dienen zum Ausfeilen spitzer Winkel. Man hat auch Strohfeilen von dieser Gestalt.

8) Sägefeilen, zum Nachfeilen und Schärfen der Zähne an Sägeblättern; teils spitzig, teils stumpf, übrigens den dreieckigen Feilen gleich, nur dass die drei Kanten durch ganz schmale, besonders (jedoch nur einfach) gehauene Flächen ersetzt sind, wodurch eine grössere Dauerhaftigkeit erreicht wird. Sie sind 7 bis 15 *cm* lang, manchmal einhiebig (ohne Unterhieb). Diese Feilen dienen zum Schärfen mittlerer und kleiner Sägen mit gewöhnlichen dreieckigen Zähnen; auf Mühlsägen mit sehr grober Verzahnung gebraucht man spitzflache Feilen, an welchen eine der schmalen Seiten flach, die andere wie bei den Gabelfeilen gerundet ist (Mühlsägenfeilen). Für gewisse Zahngestalten hat man halbrunde, durchaus gleich dicke, Sägefeilen; zur Ausarbeitung der runden Vertiefung bei den sogenannten Wolfszähnen walzenförmige runde Sägefeilen; endlich zum Abgleichen der Zahnspitzenreihe spitzflache oder stumpfe flache Feilen, die von Ende zu Ende gleich dick und oft auf einer oder auf beiden schmalen Flächen gerundet sind.

9) Halbrunde Feilen, spitz, im Querschnitt von der Gestalt eines Kreisabschnittes, die flache und die runde Seite gehauen; auf letzterer der Hieb von eigentümlicher Beschaffenheit, nämlich jede über die Breite der Feile hergehende Linie desselben aus mehreren kurzen Einschnitten zusammengesetzt; bei Schlichtfeilen auf dieser runden Seite gewöhnlich nur der Oberhieb vorhanden; dienen zur Ausarbeitung hohler Krümmungen. Unter den Strohfeilen sind auch halbrunde gebräuchlich. Bei den gewöhnlichen halbrunden Feilen ist die Krümmung ein Kreisbogen von 90 bis 120°; solche mit viel schwächerer Krümmung, deren Bogen öfters nur 30 bis 40° misst, heissen flach-halbrunde; dagegen

giebt es auch solche, deren Querschnitt ein Halbkreis ist. — Die halbrunden Zinnfeilen sind, wie die flachen, mit einfachem Hieb versehen.

10) Wälzfeilen, dünne, halbrunde, in der ganzen Länge gleich breite Feilen von 5 bis 15 *cm* Länge, an welchen nur die flache Seite gehauen, die runde aber glatt ist. Gebrauch: zum Abrunden (Wälzen) der Zähne kleiner Räder.

11) Vogelzungen, immer spitz, Querschnitt ein Bogenzweieck. Die Feile besitzt demnach zwei gewölbte Flächen, welche beide nach Art der runden Seite an den halbrunden Feilen gehauen sind. Gewöhnlich giebt man der einen Seite eine flachere Krümmung als der anderen.

12) Runde Feilen, spitzig, Querschnitt ein Kreis, der ganze Umfang mit der bei gewölbten Flächen gebräuchlichen Art des Hiebes (s. unter No. 9) bedeckt und demgemäss die Schlichtfeilen in der Regel nur einhiebig. Runde Strohfeilen kommen selten vor. Die runden Feilen werden zur Ausarbeitung runder Löcher und stark gekrümmter Vertiefungen gebraucht. Kleine runde Feilen führen den Namen Rattenschwänze.

Die bisher aufgezählten Arten der Feilen sind in ausgedehnterem Gebrauche, so dass man sie fast sämtlich in allen Metallarbeiter-Werkstätten findet. Viele andere Arten, welche für besondere Zwecke berechnet sind, kommen dagegen nur bei einzelnen Gewerben in Anwendung; diese sämtlich hier zu beschreiben oder nur namentlich anzuführen, fehlt der Raum.

e. Schleifmittel (I, 397).

Die Schleifmittel ersetzen in zahlreichen Fällen die Feilen; sie sind ausserdem geeignet, die allerfeinsten Flächen zu erzeugen. Sie gehören demgemäss zu den wichtigsten Werkzeugen.

Bei der Ausarbeitung solcher Gegenstände aus Eisen und Stahl, welche fabrikmässig in grosser Zahl verfertigt werden, ist die Kostbarkeit der dabei zu Grunde gehenden Feilen ein sehr wichtiger Punkt. Hier tritt der Schleifstein in den Vordergrund, der aus einem scheibenförmigen harten Sandstein oder Thon-Sandsteine von feinem und möglichst gleichförmigen Korne oder aus künstlichem Stein besteht, auf einer wagerechten, seltener senkrechten eisernen Achse festsitzt und durch Maschinenbetriebskraft, nur in kleinen Werkstätten durch Menschenkraft, umgedreht wird. Bei gehärteten stählernen Arbeiten muss der Schleifstein überall die Stelle der Feile vertreten, weil letztere auf hartem Stahle nicht angreift. Der Schleifstein arbeitet schneller als die Feile, und verursacht weniger Kosten; aber seine Anwendung ist dadurch beschränkt, dass er in der Regel nur zur Hervorbringung ebener Flächen, einfacher Rundungen und Aushöhlungen brauchbar ist. Um letztere zu bilden, muss der Stein einen Halbmesser haben, welcher gewöhnlich dem Halbmesser der zu schleifenden Höhlung gleich ist, nie aber grösser als dieser sein darf. Beispiele von Höhlungen, welche auf diese Weise bearbeitet werden, finden sich auf den Flächen der Rasiermesser, der Säbelklingen u. s. w. Ebene Flächen schleift man in der Regel ebenfalls auf der walzenförmigen Stirn des Steines, durch angemessene Bewegung des Arbeitstückes (wozu viel Geschicklichkeit erfordert wird); zuweilen aber auch (und zwar mit grösserer Leichtigkeit, weil man die ganze Fläche auf einmal auflegen kann) auf der ebenen Seitenfläche, zu welchem Behufe der Stein wohl auf einer senkrechten Achse angebracht wird.

Der Durchmesser der Sandstein-Schleifsteine ist sehr verschieden, von 5 oder 7 *cm* bis 2,5 oder 3 *m*; ihre Dicke, der Grösse und der Bestimmung an-

gemessen, 0,6 bis 30 *cm*. Die Beschleunigung der Arbeit erheischt, dass man die Bewegung so schnell als möglich macht; kleine Steine von 7 bis 15 *cm* können minutlich 600 bis 800 Umläufe, Steine von 30 bis 60 *cm* Durchmesser 400 bis 600, solche von 1 bis 2 *m* 100 bis 200, solche endlich von 2,5 bis 3 *m* 80 bis 90 Umläufe machen, wonach die sekundliche Umfangsgeschwindigkeit zwischen 3 und 12 *m* beträgt. Manchmal ist dieselbe noch grösser (sogar bis 25 *m*) und die Schleifsteine der Nähnadel-Fabriken machen oft, bei einem Durchmesser von ungefähr 15 *cm*, bis 4000 Umdrehungen minutlich, besitzen demnach am Umkreise eine Geschwindigkeit von etwa 30 *m*. Wegen der bedeutenden Geschwindigkeit ist bei grossen und schweren Steinen die nötige Vorsorge zu treffen, dass nicht durch die Wirkung der Schleuderkraft der Stein zerrissen wird, in welchem Falle die herumfliegenden Trümmer erstaunliche Zerstörungen anrichten können. Man gebraucht daher oft die Vorsicht, neue Steine vor ihrer Ingebrauchnahme während einiger Stunden (z. B. über Nacht) mit doppelter Arbeitsgeschwindigkeit umlaufen zu lassen; auch ist es ratsam, den Stein mit einem starken Kasten zu umgeben, und nur eine Öffnung dort zu lassen, wo der Arbeiter die zu schleifenden Gegenstände auf den Stein legt. Schon eine zweckmässige Befestigungsart des Steines auf der Achse kann die Gefahr des Zerspringens ansehnlich verringern. Statt das Loch im Mittelpunkte des Schleifsteines und die Achse innerhalb desselben vierseitig zu machen, dann ersteren durch zwischen ihn und die Achse eingetriebene Holzkeile zu befestigen, ist es besser, Loch und Achse rund herzustellen, aber letztere auf einer Seite des Steines mit einer festsitzenden eisernen Scheibe zu versehen, auf der anderen Seite eine ähnliche Scheibe aufzuschieben und diese vermittels einer vorgelegten Schraubenmutter anzupressen, wonach der Stein zwischen den beiden Scheiben durch Reibung gehalten wird. Bei Steinen von grösserem Durchmesser werden auch die Scheiben angemessen vergrössert und nahe am Rande derselben — um je 90° voneinander entfernt — vier zur Achse gleichlaufende Bolzen durchgeschoben, welche ausserhalb der einen Scheibe ihren Kopf, ausserhalb der andern eine Schraubenmutter haben.

Zum Schärfen feiner Werkzeuge (z. B. der Grabstichel) ist ein kleiner Drehstein, welcher nicht aus Sandstein, sondern aus sogenanntem Öl-Schleifstein (Wetzschiefer) besteht und mittels Handkurbel, Rad und Getrieb bewegt wird, zu empfehlen.[1])

Das Schleifen geschieht entweder trocken oder nass; das letztere ist am gewöhnlichsten, und zu diesem Behufe geht entweder der Stein mit seinem unteren Teile in einem Wassergefässe, oder man lässt von oben durch eine Röhre Wasser auf ihn fliessen. Ein trockener Stein greift stärker an und arbeitet mithin schneller, als ein nasser; aber er bringt gröbere Risse in der Arbeit hervor, nutzt sich selbst schneller ab und bewirkt eine grössere Erhitzung, daher man gehärteten Stahl nicht trocken schleifen kann, indem er von der Hitze weich wird. Das Nassschleifen, wobei alle von dem Steine abgestossenen Körnchen durch das Wasser weggespült werden, erzeugt einen feineren und gleichförmigen Schliff; allein es ist unanwendbar, wenn die geschliffenen Gegenstände nicht von der Art sind, dass man sie leicht abtrocknen kann, um das Rosten zu verhindern. Aus diesem Grunde vorzüglich werden z. B. die Spitzen der Nähnadeln auf trockenen Steinen geschliffen. Das Trockenschleifen ist der Gesundheit höchst nachteilig wegen der entstehenden feinen Eisenspänchen und des Steinstaubes, welche sich in der Luft verbreiten und mit derselben eingeatmet werden. Man hat vorgeschlagen, die Eisenspäne durch einen über dem Schleifsteine angebrachten Magnet von dem Arbeiter abzuhalten; praktischer ist das Verfahren, sie samt den staubförmigen Teilchen, welche vom Steine abgehen (Schleifel, Schlips), durch einen (vielleicht mit dem Steine zugleich bewegten) Blasbalg, im grossen durch einen Sauger mit schnell umlaufenden Windflügeln, in eine Art Schornstein zu treiben, der in die freie Luft ausserhalb der Werkstätte mündet, besser, die auszuwerfende Luft vorher durch Filtern zu reinigen.

[1]) D. p. J. 1842, **84**, 425.

Die Schleifsteine nutzen sich beim Gebrauch bedeutend ab, und da sie selten in allen Teilen von völlig gleicher Härte sind, auch der Druck, mit welchem die Arbeit angehalten wird, Veränderungen unterliegt, so ist die Abnutzung unregelmässig und die kreisrunde Gestalt geht allmählich und desto schneller verloren, je weniger aufmerksam und geschickt der Schleifer und je schlechter der Stein ist. Man muss die unrund gewordenen Steine durch Behauen wieder von neuem zurichten; weiche Steine lassen sich zur Not mit einem spitzen stählernen Meissel, den man unbeweglich gegen den in Bewegung befindlichen Umkreis hält, besser mittels eines aus Weissblech zusammengelöteten Rohrstückes von 15 bis 20 *mm* Durchmesser, oder mittels einer umlaufenden mit Meisseln besetzten Walze[1]), abdrehen. Härtere Steine kann man zweckmässig mittels einer dicht an den Umfang anzustellenden mit feinem scharfgängigen Schraubengewinde versehenen Stahlwalze rund und scharf erhalten; diese Walze, welche drehbar auf dem Rand des Troges gelagert, aber keiner Verschiebung in der Richtung ihrer Achse fähig ist, wird durch die Reibung am Stein in Drehung versetzt, wobei die scharfen Kanten der Schraubengänge in die Oberfläche des Steines eindringen und infolge ihrer schiefen Stellung gegen die Bewegungsrichtung ununterbrochen die vorstehenden Stellen in kleinen Körnchen losbrechen, also in feinen Schlamm verwandeln, der durch das zugeführte Wasser abgespült wird. Bei Schleifsteinen, die durch Treten bewegt werden, kommt zu den schon genannten Gründen des Unrundwerdens auch noch der Umstand, dass die Geschwindigkeit stets beim Niedertreten am grössten ist und dass der Arbeiter, welcher zugleich tritt und schleift, unwillkürlich den Gegenstand stärker an den Stein drückt, wenn er seine Kraft anwendet, um den Tritt abwärts zu bewegen. Der Stein wird hierdurch an einer bestimmten Stelle am stärksten abgenutzt. Zur Abhülfe ist der empfehlenswerte Vorschlag gemacht worden, die Kurbel nicht an der Achse des Steines selbst, sondern an einem Zahnrade von z. B. 25 Zähnen anzubringen, welches in ein mit dem Schleifsteine verbundenes 12zähniges Rad eingreift. Bei dieser Anordnung bringt jeder Kurbelumgang $2^{1}/_{12}$ Umläufe des Steines hervor, und rückt folglich der Punkt auf letzterem, welcher im Augenblicke des Niedertretens unter der Hand des Schleifers ist, nach je zwei Umdrehungen um $^{1}/_{12}$ des Umfangs weiter: also trifft der oben bezeichnete Einfluss alle Stellen des Steines nach und nach in sehr nahe gleichem Grade. Für den Betrieb der Steine durch Maschinenkraft hat man sehr nützlich gefunden, Doppelschleifsteine anzuwenden, d. h. zwei mit etwas verschiedener Geschwindigkeit umlaufende Schleifsteine auf gleichlaufenden Achsen so anzubringen, dass sie sich stets an einer Stelle berühren und der eine von ihnen eine kleine hin und her gehende Schiebung in der Achsenrichtung empfängt, wodurch sie sich gegenseitig abschleifen und immer rund erhalten.[2])

Der Arbeitsverbrauch grosser grobkörniger Schleifsteine kann nach Hartigs Versuchen mittels der Formel

$$N = 0{,}0264 \,.\, D \,.\, V + \mu \,.\, \frac{P \,.\, V}{75} \text{ Pferdestärken}$$

berechnet werden, in welcher

D den Steindurchmesser in Metern,
V die sekundliche Umfangsgeschwindigkeit in Metern,
P den Druck in Kilogrammen bezeichnet, mit welchem das Arbeitstück gegen die Umfläche des Steines angedrückt wird, sowie
μ die Reibungswertziffer zwischen Stein und Arbeitstück, für welche zu setzen ist bei

Gusseisen	$\mu = 0{,}22$
Stahl	$\mu = 0{,}29$
Schmiedeisen	$\mu = 0{,}44$

---

[1]) Bayer. Kunst- u. Gewerbebl. 1861, S. 691.
[2]) Z. d. V. d. I. 1857, S. 112.

Wird daher z. B. auf einem grobkörnigen Schleifsteine von $D = 2$ *m* Durchmesser und $V = 20$ *m* Umfangsgeschwindigkeit Stahl geschliffen ($\mu = 0,29$) unter Anwendung eines Druckes $P = 50$ *kg*, so folgt $N = 4,92$ Pferdestärken.

Wegen der Ungleichförmigkeit der natürlichen Sandsteine sind seit dem Anfang der 70. Jahre d. Jahrhunderts künstliche Schleifsteine, welche aus durch ein Bindemittel zusammengehaltenen Schmirgelkörnern bestehen (Schmirgelsteine), in grösserem Umfange gebräuchlich geworden. Diese Schmirgelsteine zeichnen sich vor den natürlichen Steinen zunächst aus durch die völlige Gleichheit des Kornes, indem der gemahlene Schmirgel sorgfältig nach der Korngrösse gesondert wird, ferner durch die viel grössere Härte der Schmirgelkörner gegenüber den Quarzkörnern, endlich dadurch, dass man ihnen eine sehr grosse Geschwindigkeit geben kann. Man giebt an[1]), dass die Umfangsgeschwindigkeit zwischen 20 und 30 *m* sekundlich betragen dürfe und solle.

Als Bindemittel sind gebräuchlich: 1) Leim, dem durch Zusatz einer Lösung von Tannin in Methylalkohol eine gewisse Unlöslichkeit gegeben wird; 2) ein Kitt, dessen Hauptbestandteil Hart-Kautschuk ist; 3) Wasserglaskitte; 4) ein aus gebrannter Magnesia mit Clormagnesiumlösung sich ergebender Kitt. Man fordert von dem Kitt, dass er den entstehenden Teig möglichst bildsam mache, bei dem Erhärten möglichst wenig schwinde, und dass die Gebilde nach dem Erhärten grosse Festigkeit verbunden mit Zähigkeit und einer gewissen Elasticität erhalten. Auch sollen Feuchtigkeit und Wärme die guten Eigenschaften der Steine nicht nennenswert schädigen. Ferner soll einerseits das Bindemittel jedes Schmirgelkorn möglichst lange festhalten, anderseits aber auch selbst solche Abnutzung erfahren, dass es die Schärfe der Schleiffläche nicht beeinträchtigt. Man kann die Schmirgelsteine nach ihrem Bindemittel in drei Gruppen teilen, und zwar: a. in solche, deren Bindemittel durch den Gebrauch des Steines abgerieben wird (Chlor-Magnesia-Kitte und zum Teil Wasserglaskitte); b. solche, deren Bindemittel zum Teil verbrennt (mittels Kautschuks oder sogen. elastischer Bindung hergestellte Steine); c. solche, deren Bindemittel in so geringer Menge verwendet werden kann, dass es dem freien Angriff der Schmirgelkörner überhaupt nicht hinderlich wird (Leim und zum Teil Wasserglaskitte).

Die erstere Art (a.) soll sich im allgemeinen wenig für die Bearbeitung des Eisens und Stahls, dagegen gut für Kupfer, Messing und andere weichere Stoffe eignen; die Steine der zweiten Gruppe (b.) sollen die grösste Sicherheit gegen Zerbrechen bieten und deshalb besonders tauglich sein zur rohen Bearbeitung des Gusseisens, Schmiedeisens und Stahles; diejenigen der dritten Gruppe (c.) aber besonders brauchbar sein zum Schleifen der Schneidwerkzeuge, da sie sich weniger erhitzen als die vorigen. Ihr Bindemittel ist nicht durch teilweises Verbrennen zu beseitigen, sie können somit weniger rasch arbeiten als die Steine der Gruppe b., erfordern aber ihrer Sprödigkeit halber auch eine grössere Schonung. Die Gruppe b. wird zum Trockenschleifen (Vulcan) benutzt, die Gruppen a. und c. dagegen dienen zum Nassschleifen (Neptun).

Nach einer Angabe entspricht 1 Gewichtsteil der Schleifsteinabnutzung 8 bis 12 Gewichtsteilen vom Werkstück abgenommener Späne; nach einer anderen[2]) soll die Gewichtsabnahme der Schmirgelscheiben, wenn die Gewichtsabnahme des Werkstückes 1 ist, betragen:

für Messing	Gusseisen	Schmiedeisen	Sägestahl
0,024	0,144	0,333	0,52

In derselben Quelle finden sich die folgenden Angaben über die stündliche Leistung in *kg* des Spangewichtes und ferner die Kosten, welche das Abnehmen eines *kg* Späne erfordert.

[1]) Z. d. V. d. I. 1888, S. 969.
[2]) Revue générale des machines outils 1887, S. 96.

Stündliche Spanbildung in *kg*:

	Messing	Gusseisen	Schmiedeisen	Sägestahl
beim Schmirgelschleifsteine	15,436	7,036	2,268	3,120
bei der Feile	0,452	0,326	0,156	0,056
bei dem Meissel	1,162	2,128	0,596	0,084

Kosten der Abnahme eines *kg* Späne:

	Messing	Gusseisen	Schmiedeisen	Sägestahl
beim Schmirgelschleifsteine	15	51	186	246
bei der Feile	227	316	660	1816
bei dem Meissel	89	48	172	1211

Die angegebenen Zahlen entsprechen Durchschnittsergebnissen und können selbstverständlich nur einen Vergleichswert haben. Immerhin sprechen sie für die hohe Verwendbarkeit der Schmirgelsteine.

Von Wichtigkeit ist, wegen der unvermeidlichen geringen Festigkeit bezw. Elasticität und der grossen Arbeitsgeschwindigkeit, eine sorgsame Behandlung der Steine bei deren Gebrauch sowie die Befestigung derselben auf ihrer Spindel. Bei den meisten Schleifsteinen findet die Befestigung durch Einklemmen zwischen zwei Scheiben unter Vermittlung weicher Zwischenlagen statt; zuweilen, insbesondere bei gewissen Gestalten der Steine wird die Befestigung durch Ankitten notwendig, oder doch vorgezogen.

Meistens benutzt man die gekrümmte Mantelfläche des Schleifsteins zum Schleifen. Wenn die zu bildende Fläche nicht eben, walzen- oder kegelförmig werden soll, so ist diese Anwendungsweise allein zulässig. Die Mantelfläche des Schleifsteins erzeugt aber eine Höhlung, deren Krümmungshalbmesser dem Halbmesser des Schleifsteins gleicht. Man muss daher, um eine ebene Fläche zu erzeugen, eine gegensätzliche Verschiebung winkelrecht zur Spindelachse des Schleifsteines durchführen. Eine zu dieser Achse gleichlaufende Verschiebung ist nötig, um eine ungleiche Abnutzung des Schleifsteines möglichst zu verhüten. Man muss also eine doppelte Verschiebung anwenden, ohne volle Sicherheit für die Erzielung einer ebenen Fläche zu haben. Zweckmässiger ist in dieser Beziehung der Kronenschleifstein, welchen Fig. 65 darstellt. Der eigentliche Schleifstein bildet einen Ring, welcher in einer Nut schwalbenschwanzförmigen Querschnittes der gusseisernen Befestigungsscheibe von vornherein gebildet wurde (vergl. d. Figur) oder auf diese Scheibe mittels leichtflüssigen Metalles festgekittet worden ist.[1]) Die ebene Endfläche des Ringes dient dem Schleifen.



Fig. 65.

Über verschiedene Schmirgel-Schleifmaschinen, auch solche, bei welchen eine Führung durch das Werkstück nicht stattfindet, wolle man in den Quellen[2]) nachsehen.

f. Lochbohrer und Bohrmaschinen.[3])

Die Gestalt und Wirkungsweise der Lochbohrer ist bereits (I, 402)

---

[1]) Mem. d. ing. civ., Aug. 1886, S. 219 bis 230 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1881, S. 611 m. Abb.; 1882, S. 355 m. Abb., S. 727 m. Abb.; 1886, S. 529; 1888, S. 970 m. Abb.

D. p. J. 1839, **71**, 304; 1873, **208**, 3; 1877, **224**, 121; 1879, **233**, 110; 1880, **237**, 269; 1883, **248**, 158; 1884, **251**, 395; 1884, **253**, 19, 20, 45; 1887, **268**, 226 sämtl. m. Abb.

[3]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 329 m. Abb.; 1857, Ergänzungsbd. 1, S. 565 m. Abb.

Hülsse, Allgem. Masch.-Encykl. 1844, Bd. 2, S. 331, S. 409, S. 450 m. Abb.

Holtzapffel, Turning, Bd. 2, S. 546, 553, 563 m. Abb., 1003 bis 1030 m. Abb.

beschrieben worden. Es erübrigt an diesem Orte Ergänzungen und einiges über die Verwendung der Bohrer und die Bohrmaschinen zu bringen.

Die Metallbohrer werden gelb angelassen. Der Winkel, welchen die beiden Schneidkanten des Spitzbohrers einschliessen, beträgt 80 bis 120°; der gleichliegende Winkel des Schraubenbohrers pflegt um 120° zu schwanken.

Um das äusserste Ende des Bohrers richtig in der Stelle ansetzen zu können, an welcher der Mittelpunkt des Loches hinfallen soll, bezeichnet man jene Stelle durch eine kleine Vertiefung, welche man mittels einer kegelförmigen stählernen Spitze (Körner, I, 659) einschlägt; diese Arbeit heisst das Ankörnen. Beim Bohren wird an den Bohrer von Zeit zu Zeit etwas Flüssigkeit gegeben, teils um die entstehende Erhitzung zu mindern und das durch diese eintretende Weich- und Stumpfwerden der Bohrspitze zu vermeiden, teils um das Anhängen der Späne an die Schneiden zu verhindern; man gebraucht hierzu auf Schmiedeisen und Stahl meist Wasser oder schwache Seifenauflösung, besser aber Baum- oder Rüböl; auf Messing u. s. w. nur Öl; auf Kupfer, Gold und Silber auch statt des Öles: Milch. Federharten Stahl, Hartguss u. s. w. kann man mit Erdöl oder gereinigtem Terpentinöl bohren, und die Bohrer werden hierzu zweckmässig in Quecksilber gehärtet und nicht angelassen. Weiches Gusseisen und die aus Kupfer mit Zinn zusammengesetzte Bronze, welche krümliche oder leicht zerbröckelnde, sich nicht anhängende Späne geben, werden trocken gebohrt. — In Blei bohrt man (ohne Schmiere oder mit Wasser) mit den für Holz üblichen Bohrern.

Bohrer für kleinere Löcher werden der bequemeren Betriebsweise halber zuweilen in hin und her gehende Drehung versetzt, so dass sie einige Drehungen in der einen, einige Drehungen in der entgegengesetzten Drehung machen. Man gestaltet ihre Schneiden dementsprechend, so dass sie in beiden Drehrichtungen zu wirken vermögen. Freilich schneiden sie infolgedessen in keiner Richtung gut, weshalb die zweischneidigen Bohrer, nebst den zugehörigen Bohrgeräten, eine Beachtung nicht verdienen.

Der Zuschärfungswinkel, d. h. der Winkel, welcher von der Brust und dem Rücken der Schneide einschneidiger Bohrer eingeschlossen wird, beträgt 50 bis 80°; der Ansatzwinkel 5 bis 12°.

Zum richtigen Anschleifen der Bohrer bedient man sich zweckmässig besonderer Einrichtungen bezw. Schleifmaschinen[1]), angesichts der Wichtigkeit, welche eine richtig zugeschliffene Schneidkante für die Wirksamkeit eines jeden Bohrers hat.

Die Grösse der Wirkung eines Bohrers wird bemessen durch die Metallmasse, welche er in gegebener Zeit in Späne verwandelt, für gleichen Durchmesser des Loches also durch die Tiefe, auf welche er während jener Zeit eindringt. Offenbar ist diese Tiefe das Produkt aus der Umdrehungszahl und dem geradlinigen Fortschreiten (der Zuschiebung) während einer Umdrehung, welches wieder von dem angewendeten Drucke abhängt.

Es könnte gleichgültig erscheinen, ob man den Bohrer langsam dreht und stark drückt, oder umgekehrt eine rasche Drehbewegung unter verhältnismässig geringerem Drucke stattfinden lässt. Praktisch aber stellt die Sache sich anders; denn die Erfahrung lehrt, dass ein langsam gedrehter aber einen dicken Span nehmender Bohrer sich weniger schnell abstumpft, als ein schnell umlaufender, welcher unter entsprechend geringem Drucke feine Späne macht. Sehr schnelle Drehung wird demnach nur aus Not beim Bohren kleiner Löcher angewendet, weil die dazu nötigen dünnen Bohrer — damit sie nicht gebogen oder abgebrochen werden — nur unter geringem Drucke arbeiten können, wobei ihre Leistung äusserst unbedeutend sein würde, wenn ihnen eine langsame Drehbewegung gegeben würde.

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1863, S. 1204 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1888, S. 970, S. 1010 m. Abb. und Quellenangabe.

Von den *Bohrgeräten für einschneidige Bohrer* ist (I, 587) das Nötige bereits gesagt. Es mag dem folgendes hinzugefügt werden:

α. *Bohren auf der Drehbank.* Es handelt sich beim Lochbohren lediglich um eine gegensätzliche Drehung und Schiebung zwischen Bohrer und Werkstück. Diese beiden gegensätzlichen Bewegungen gestattet die Drehbank (s. w. u.) ohne weiteres hervorzubringen, indem man entweder das Werkstück mit der Laufspindel verbindet, so dass es kreist, und den Bohrer im Stichelhaus befestigt, dessen Verschiebung die Schaltbewegung hervorbringt, oder umgekehrt den Bohrer an der Laufspindel befestigt, und das auf der Bettplatte festgespannte Werkstück mittels dieser dem kreisenden Bohrer entgegenführt.

β. Bohren mittels der *Bohrmaschine.*

Die *Bohrmaschine*, welche zum Bohren der Löcher in volle Metallkörper dient, ist lediglich ein vervollkommnetes Bohrgerät, welches die soeben angegebenen beiden gegensätzlichen Bewegungen möglichst selbstthätig hervorzubringen hat. Der Bohrer ist entweder mit der angetriebenen Spindel verbunden und hat alsdann sowohl die *Arbeits-* als auch die *Schaltbewegung*, oder das Werkstück ist an der Spindel befestigt, in welchem Falle dem auf einem Schlitten befestigten Bohrer die Aufgabe zufällt, bei jeder Drehung des Werkstückes so viel vorzudringen, wie die Spandicke verlangt.

Bohrmaschinen der ersteren Art (*Lochbohrmaschine*)[1]) kommen mit verschiedener Einrichtung vor. Nur selten und namentlich zu den kleinsten Löchern lagert man die Bohrspindel wagerecht. In der Regel steht aber der Bohrer senkrecht (mit der Spitze nach unten) und wird mit der Spindel, in welcher er steckt, durch Räderwerk oder durch eine Riemenscheibe umgedreht, zugleich aber auf das von einem Tische getragene oder in einem Schraubstock[2]) eingespannte Arbeitstück herabgedrückt, wenn man nicht umgekehrt, was jedoch selten vorkommt, das letztere mit dem Bohrtische allmählich hebt, um das Eindringen des Bohrers zu bewirken. Im übrigen sind diese Maschinen teils vollkommen selbstthätig, d. h. so beschaffen, dass nicht nur die Drehung der Bohrspindel, sondern auch die Vorschiebung derselben durch die zum Betriebe angewendete Maschinenkraft bewirkt wird; teils von solcher Bauart, dass die letztere Bewegung durch eine von Arbeiterhand in Gang gesetzte mechanische Vorrichtung stattfindet. Kleinere (oft auf besondere Arbeitsgegenstände berechnete) Bohrmaschinen macht man zuweilen tragbar[3]) und richtet sie auch zum Handbetriebe ein (*Handbohrmaschinen*).

Die Einrichtung zum Vorschieben der Bohrspindel, wodurch das Eindringen des Bohrers in das Arbeitstück bewirkt wird, besteht manchmal nur in einem mit Gewicht belasteten Hebel oder in einem Hebel, der vom Arbeiter durch Treten (mittels Zugstange und Fusstritt) niedergezogen wird; häufiger in einer Schraube, entweder allein oder mit einem Hebel, mit Räderwerk verbunden u. s. w. Eine besondere Anordnung der Druckschraube kommt dann vor, wenn sie bei tragbaren Bohrmaschinen, welche an dem zu bohrenden Arbeitstücke selbst befestigt werden, wegen Enge des Raumes nicht auf dem Kopfe der Bohrspindel anzubringen ist: ein Beispiel giebt die Maschine, womit in den Kränzen der

---

[1]) D. p. J. 1829, **32**, 250; 1839, **72**, 2; 1843, **88**, 161; 1845, **97**, 9; 1872, **204**, 435; 1873, **209**, 251; 1875, **216**, 14; 1876, **221**, 15, **222**, 107; 1877, **223**, 30, 456, **224**, 154, **225**, 38, 40; 1879, **231**, 23; 1885, **257**, 90 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1863, **167**, 12 m. Abb.

[3]) Polyt. Centralbl. 1858, S. 994; 1861, S. 1387; 1862, S. 48 m. Abb. Engineering, Mai 1885, S. 574 m. Schaub.

Eisenbahnwagenräder Löcher für Niete oder Schrauben von innen nach aussen gebohrt werden.[1]) — Wenn die Bohrspindel an ihrem Platze bleibt und das Arbeitstück gegen den Bohrer gehoben wird, kann man zu diesem Zwecke den Druck einer Wassersäule benutzen. Dieses Verfahren hat dem Vorschieben mittels einer Schraube gegenüber den Vorteil, dass der Druck der Bohrerspitze gegen das Werkstück geregelt werden und niemals eine gewisse Grösse übersteigen kann. Man hat auch mit Schraube wirkende Schaltbewegungen erdacht, welche nur einen bestimmten, einstellbaren Druck hervorbringen[2]), sodass, wenn z. B. im Werkstück eine besonders harte Stelle vorkommt, oder die Bohrerspitze wegen Abstumpfung nicht so rasch einzudringen vermag, als die Schraube verlangt, also der Druck zwischen Bohrerspitze und Werkstück zu gross wird, die Schaltbewegung selbstthätig ausser Betrieb gesetzt wird.

Der Bohrtisch ist oft so eingerichtet, dass dem darauf befestigten Arbeitstücke eine Drehbewegung und eine gerade Schiebung in zwei zu einander rechtwinkligen Richtungen erteilt werden kann, man also mehrere Löcher nebeneinander zu bohren im stande ist, ohne das Stück neu zu befestigen. Manchmal zieht man zu ähnlichem Zwecke eine Anordnung vor, vermöge welcher der Bohrer in gerader Linie versetzt werden kann, so dass beim Bohren einer Reihe von Löchern man nicht nötig hat, das Arbeitstück aus seiner Stelle zu rücken. Eine andere Einrichtung gestattet, den Bohrer innerhalb eines Kreises an jede beliebige Stelle zu bringen.[3]) Am meisten Bequemlichkeit gewähren die Krahnbohrmaschinen, bei welchen die Versetzung des Bohrers im Kreise und zugleich in gerader Linie (in Halbmessern des Kreises) stattfinden kann.[4]) Auch Maschinen mit mehreren zugleich arbeitenden Bohrern kommen vor.[5]) Statt der Krahnbohrmaschinen hat man auch solche angewendet, bei welchen die Spindellagerung an einem hoch gelegenen, vielleicht an die Decke gehängten Gerüst in zwei wagerechten sich rechtwinklig kreuzenden Richtungen verschoben werden kann.[6])

Wird der Durchmesser eines zu bohrenden Loches $= d$ *mm* gesetzt, so kann zweckmässig die Anzahl Umdrehungen des Bohrers für 1 Minute betragen:

				entsprechend einer sekundlichen Umfangsgeschwindigkeit von
in Messing und Bronze	$\frac{2400}{d}$	bis	$\frac{3400}{d}$	126 bis 179 *mm*
„ Schmiedeisen	$\frac{1800}{d}$	„	$\frac{3000}{d}$	95 „ 158 „
„ grauem Gusseisen	$\frac{660}{d}$	„	$\frac{1200}{d}$	35 „ 63 „
„ Stahl	$\frac{500}{d}$	„	$\frac{600}{d}$	26 „ 35 „
„ weissem Gusseisen (Hartguss)	$\frac{130}{d}$	„	$\frac{260}{d}$	7 „ 14 „

[1]) Polyt. Centralbl. 1862, S. 1606 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1883, S. 307 m. Abb.; 1884, S. 114 m. Abb.; 1885 S. 514 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1863, **169**, 172 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1843, **90**, 242; 1863, **169**, 172; 1877, **226**, 343; 1878, **227**, 236 **230**, 7, 218; 1880, **237**, 270; 1884, **252**, 457 m. Abb.
Annales industr. 1883, S. 213 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1857, S. 213; 1873, S. 469; 1882, S. 99 m. Abb.

[5]) D. p. J. 1840, **77**, 167; 1872, **204**, 432, 723; 1877, **224**, 156; 1878, **229** 404; 1884, **251**, 158 m. Abb.
Portef. économique des machines, Sept. 1874, m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 464 m. Abb.

[6]) D. p. J. 1879, **233**, 362 m. Abb.

Dabei darf die Vorschiebung des Bohrers für jede Umdrehung zu 0,1 bis 0,5 *mm* genommen werden.

An einer Krahnbohrmaschine der grössten Art wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Kleinste Ausladung (Abstand der Bohrspindel von der Drehungsachse des Armes) 80 *cm*, grösste Ausladung 2,50 *m*, Drehungswinkel des Armes 180°, Betrag der möglichen Verstellung der Bohrspindel in senkrechter Richtung 950 *mm*, grösste zulässige Höhe der Arbeitstücke 2,55 *m*, grösster Durchmesser der zu bohrenden Löcher 30 *cm*, grösste Tiefe derselben 55 *cm*, Dicke der Bohrspindel 85 *mm*, Zahl der (mittels Stufenscheiben und Rädervorgelege) der Bohrspindel zu erteilenden minutlichen Umdrehungszahlen 8 (von 3,54 bis 134); stündliche Leistung $V = 508$ *cbcm* Gusseisen beim Bohren aus dem Vollen, bei 5 *cm* Lochweite, 0,111 *mm* Vorschiebung für eine Umdrehung, 0,056 *mm* Spandicke, 94 *mm* sekundlicher Umfangsgeschwindigkeit; Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}31$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}68$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 8750 *kg*.

Im allgemeinen kann nach den Versuchen Hartig's der Verbrauch an mechanischer Arbeit für das Bohren aus dem Vollen (bei Löchern von 1 bis 5 *cm* Weite und 5 *cm* Tiefe), bezogen auf eine stündlich abgebohrte Metallmenge von 1 *cbcm* (der Arbeitswert), nach folgenden Formeln berechnet werden, in denen d den Lochdurchmesser in Millimetern bezeichnet:

Für Gusseisen, trocken gebohrt, Spitzbohrer

$$\varepsilon = 0{,}001 + \frac{0{,}001}{d} \text{ Pferdestärken.}$$

Für Schmiedeisen, mit Öl gebohrt, Spitzbohrer

$$\varepsilon = 0{,}001 + \frac{0{,}040}{d} \text{ Pferdestärken.}$$

Kennt man daher den Arbeitsverbrauch N_0 einer Bohrmaschine im Leergang und die Raummenge V *cbcm* des stündlich abgebohrten Metalls, so ergiebt sich mittels des Ausdruckes

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, V \text{ Pferdestärken}$$

der gesamte Arbeitsverbrauch einer solchen Maschine.

Starke Lochbohrmaschinen richtet man nicht selten so ein, dass sie gelegentlich — durch Umwechslung des Bohrers, der dann eine glatte Spindel mit seitwärts eingesetztem Schneidzahn ist (Bohrstange mit Messer) — zum Ausbohren mässig grosser (z. B. 7 bis 15 *cm* weiter) Öffnungen, welche schon vom Gusse her vorhanden sind, wie in Radnaben, Krummzapfen u. s. w., gebraucht werden können; sie wirken dann vollständig nach Art der Ausbohrmaschinen (s. unten).

Beim Bohren langer Höhlungen ist entweder die ganze Höhlung in einem Metallstücke zu erzeugen (wie bei den Kanonen), oder es handelt sich bloss darum, ein schon vorhandenes Loch durch Bohren innerlich glatt, richtig rund und durchaus gleichweit zu machen. Im ersten Falle ist die Arbeit ein wahres Bohren, wenigstens in bezug auf den Bohrer, welcher anfängt, worauf oft durch mehrere folgende, stufenweise grössere Bohrer die Höhlung erweitert wird. Im zweiten Falle stimmt die Arbeit (die man dann gewöhnlich Ausbohren nennt) nahe mit derjenigen überein, welche weiter unten unter dem Namen des Ausreibens (bei den Reibahlen) vorkommen wird.

Bei den Kanonen vereinigen sich zwei Umstände, welche das Bohren derselben schwierig machen, nämlich: dass das Bohren aus dem Vollen angefangen werden muss, und dass die Höhlung nur an einem Ende offen sein kann (Vorderlader), folglich der Bohrer freistehend so lang sein muss, als die Bohrung werden soll. Aus dem letzteren Grunde insbesondere entsteht leicht ein Schwanken oder

Zittern des Bohrers zum Nachteile der Genauigkeit, welche doch gerade hier, hinsichtlich der Rundung und Gleichförmigkeit der Höhlung, so höchst wesentlich ist. Kanonen-Bohrmaschinen[1]) sind von sehr verschiedener Einrichtung angewendet worden. Man kann sie in wagerechte und senkrechte unterscheiden, nach der Lage des Bohrers und des Geschützes. Bei den wagerechten Bohrmaschinen, welchen allgemein der Vorzug eingeräumt wird, liegt das Geschütz wagerecht und dreht sich langsam um seine Achse; der Bohrer wird allmählich (durch Schrauben oder Zahnstange und Getriebe u. s. w.) gegen dasselbe hingeschoben, ohne sich zu drehen. Von Zeit zu Zeit muss der Bohrer herausgezogen werden, damit man die Späne beseitigen kann. Die senkrechten Maschinen sind von dreierlei Art: a. der nach aufwärts gerichtete Bohrer steht ganz unbeweglich, während die auf ihm ruhende Kanone sich um ihre Achse dreht und zugleich durch ihr eigenes Gewicht niedersinkt; b. der Bohrer dreht sich, die Kanone sinkt während des Bohrens senkrecht herab, hat aber sonst keine Bewegung; c. die Kanone dreht sich ohne Ortsveränderung, der Bohrer, der sich nicht dreht, wird (durch ein Gewicht oder durch Verzahnung) gehoben.

Die senkrechten Bohrmaschinen gewähren den Vorteil, dass die Bohrspäne von selbst aus der Bohrung fallen; sie sind aber unbequem aufzustellen und durch die grosse Höhe des Gestelles, welches sie erfordern, nachteiligen Erzitterungen ausgesetzt.

Bei einer liegenden Bohrmaschine für Geschütze mittlerer Grösse kann der Arbeitsverbrauch auf 3 bis 4 Pferdestärken angeschlagen werden. Die Kanone darf 10 bis 12 Umdrehungen in der Minute machen und der Bohrer während jeder Umdrehung um 0,5 bis 1,3 *mm* vorgeschoben werden. Mit drei aufeinander folgenden Bohrern wird bei kleinen und mittleren Geschützen die Bohrung gänzlich zustande gebracht; grosse Geschütze aber erfordern mehr Bohrer.

Die Flintenlauf-Bohrmaschine gehört zu denjenigen Bohrmaschinen, welche eine schon vorhandene Höhlung auszuarbeiten haben. Bei ihr liegt der Bohrer wagerecht und wird von der bewegenden Kraft mit grosser Geschwindigkeit umgedreht, während der auszubohrende Lauf, welcher auf einem Schieber befestigt ist, durch den Druck eines Hebels gegen den Bohrer in gerader Linie hinbewegt wird. Es fehlt hier dem Bohrer die erforderliche Führung, da das vorhandene Loch noch der Genauigkeit entbehrt; man erreicht deshalb mittels dieser Maschine nur Löcher genau kreisrunden Querschnittes, die in der Längenrichtung von der Geraden mehr oder weniger abweichen. Die Läufe werden daher nachträglich durch Hammerschläge gerade gerichtet.

γ. Das Ausreiben vorhandener gebohrter, auch wohl auf anderem Wege erzeugter Löcher, mittels der Reibahlen oder Ausreiber[2]), bezweckt in vielen Fällen die Erweiterung der Löcher, in anderen die Glättung, bezw. Berichtigung ihrer Wandflächen. Die Gestalt und Wirkungsweise der Reibahlen ist schon (I, 408) beschrieben; hier mögen einige ergänzende Bemerkungen angefügt werden.

Die Reibahlen sind gehärtet und gelb angelassen; ihre Dicke schwankt zwischen derjenigen einer feinen Nähnadel (Zapfen-Reibahlen der Uhrmacher) bis zu 25 oder 50 *mm*, ihre Länge zwischen 2 und 25 *cm*. Ausnahmsweise kommen grössere Reibahlen vor. Die Verjüngung derselben beträgt zuweilen nur $^1/_{60}$ der Länge, sodass die aufgeriebenen Löcher, namentlich wenn letztere nicht lang sind und das Werkzeug von beiden Seiten gebraucht wurde, von genau trommelförmigen kaum zu unterscheiden sind. Die Bewegung der Reibahlen wird auf verschiedene Weise bewerkstelligt. Entweder sind sie in

[1]) Hülsse, Allgem. Maschinen-Encykl., Bd. II. Abschnitt: Bohrwerke. — Wiebe, Skizzenbuch, Heft 15, Taf. 4 u. 5; Heft 16, Taf. 6.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 11, S. 569 m. Abb.
Hülsse, Allgem. Maschinen-Enykl., Bd. 2, S. 349.
Holtzapffel, Turning and mech. manip., Bd. 2, S. 572 m. Abb.

einem hölzernen Hefte befestigt, welches mit der Hand gefasst und gedreht (wenn es sehr klein ist, bloss zwischen Zeigefinger und Daumen gerollt) wird; oder sie werden mittels eines viereckigen Zapfens an ihrem dicken Ende in die Bohrkurbel eingesteckt; oder man bewegt sie (namentlich die grössten) mittels eines Wendeisens, das mit seinem Loche auf den viereckigen Zapfen der Reibahle geschoben und leicht wieder abgenommen wird; oder endlich, man gebraucht sie wie Bohrer auf der Drehbank, kleine selbst auf dem Drehstuhle (Docken-Drehstuhl). Der Gebrauch eines Wendeisens gewährt den Vorteil, dass man die Reibahle ganz durch das Loch hindurchgehen und unten herausfallen lassen kann, wodurch letzteres überall gleich weit wird. Das Vorschreiten der Reibahle kann dadurch geregelt werden, dass man das unterste (schwächere) Ende mit einigen flachen Schraubengängen versieht, welche sich in die Lochwandung eindrücken und so das Werkzeug bei der Drehung nachziehen. Für die Glätte des ausgeriebenen Loches ist es vorteilhaft, die Reibahle mit einem Streifen Papier einfach zu umwickeln, durch welchen die Schneiden von selbst sich durchdrücken.

Häufig kommt der Fall vor, dass ein Loch bloss an seinem äusseren Ende erweitert (trichterartig, trommelförmig u. s. w. versenkt, ausgesenkt) werden muss. Am gewöhnlichsten findet dies statt, wenn Schraubenköpfe nicht über die Oberfläche der Arbeiten hervorragen dürfen. Man bringt dann, gleichachsig mit dem Schraubenloche, eine (der Gestalt des Kopfes entsprechende) Vertiefung (Versenkung) an, welche den Schraubenkopf aufzunehmen im stande ist.

In den Uhren werden Versenkungen von halbkugliger oder ringförmiger Gestalt rund um die Zapfenlöcher angebracht, um dem Öle, welches den Zapfen als Schmiere dient, einen Aufenthalt zu gewähren. An den Formen zum Giessen der Gewehrkugeln (S. 149) ist die Kugelhöhlung selbst, sowie das trichterförmige Gussloch durch Senken ausgebildet u. s. f. Die Senker (I, 409) sind von Stahl und gehärtet; sie werden nach Art der Bohrer angewendet.

g. Schneiden der Schraubengewinde.[1])

Von dem Gewindeschneiden auf der Drehbank wird w. u. die Rede sein; es kommt daher hier nur dasjenige Verfahren in Frage, bei welchem die Führung des Werkzeugs durch die von ihm erzeugten Flächen des Werkstückes bewirkt wird und welches im besonderen den Namen Gewindeschneiden führt.

Dasselbe wird mit seltenen Ausnahmen nur für die Erzeugung scharfgängiger Gewinde, d. h. solcher, deren Gewindegänge einen dreieckigen Querschnitt haben, angewendet; es soll deshalb hier nur von diesen die Rede sein.

Man unterscheidet zwischen dem Mutter- oder Innengewinde und dem Bolzen- oder Aussengewinde und versteht unter ersterem dasjenige Gewinde, welches an der Wandung eines Loches, unter letzterem aber dasjenige, welches an der Aussenfläche eines walzenförmigen Körpers ausgebildet ist. Beide Gewindearten gehören zusammen, indem das Aussengewinde bestimmt ist, in das Innengewinde zu greifen.

Die Gewinde sind entweder rechtsgängige, d. h. das Bolzengewinde steigt von links nach rechts, oder die Mutter muss behufs ihres Anziehens rechts herumgedreht werden, oder linksgängige, bei welchen die Gänge die entgegengesetzte Neigung haben. Erstere bilden die Regel, letztere werden nur für besondere Zwecke angewendet.

Unter einfachem Gewinde versteht man dasjenige, bei welchem nur ein

[1]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 197, 217, 257 m. Abb.

Gewindegang vorhanden ist; wenn mehrere Gewindegänge nebeneinander liegen, so spricht man von mehrfachen (doppelten, dreifachen u. s. w.) Gewinden. Während bei ersterem die Ganghöhe, oder die Steigung des Gewindes gleich ist der Gangweite, d. i. dem Abstand zweier benachbarter Gänge, ist aus leicht ersichtlichem Grunde beim doppelten Gewinde die Ganghöhe doppelt so gross als der Abstand der Gänge, beim dreifachen Gewinde dreimal so gross u. s. w.

Die mehrfachen Gewinde werden nur für besondere Zwecke verwendet und auf der Drehbank geschnitten (s. w. u.); sie sollen deshalb hier nicht weiter beachtet werden.

Für die Verhältnisse zwischen Ganghöhe, Gangtiefe (d. h. Unterschied des äusseren und inneren Gewindehalbmessers) und dem äusseren Gewindedurchmesser, sowie für die Kantenwinkel der Gewinde sind verschiedene Regeln angegeben, von welchen, da diese Verhältnisse die Herstellung der Schraubengewinde nur mittelbar angehen, nur folgende am meisten vorkommenden angeführt werden sollen.

Der Kantenwinkel schwankt zwischen 50° und 60°, wird aber ausnahmsweise kleiner als 50° gemacht; die Kanten selbst werden abgerundet oder durch eine trommelförmige Fläche abgeflacht, so dass zwei stumpfwinklige Kanten entstehen. Der Verein deutscher Ingenieure hat sich[1]) für den Kantenwinkel von 53° 10′ (Querschnitt eines gleichschenkligen Dreieckes, dessen Fuss gleich ist der winkelrecht zur Schraubenachse liegenden Höhe) entschieden und eine Abflachung der Gewindegänge beschlossen, welche je 1/8 der Dreieckshöhe beträgt.

Für die Ganghöhen u. s. w. sind u. a. folgende Verhältnisse gebräuchlich:

Englische Maschinenfabriken arbeiten im allgemeinen[2]) nach den von Whitworth angegebenen Verhältnissen. Zu der hier angefügten Zusammenstellung sei bemerkt, dass 1 engl. Zoll = 25,4 *mm* misst.

Äusserer Durchmesser der Schrauben	Anzahl der Gewindgänge auf 1 Zoll Länge	Verhältnis der Ganghöhe zum Durchmesser	Äusserer Durchmesser der Schrauben	Anzahl der Gewindgänge auf 1 Zoll Länge	Verhältnis der Ganghöhe zum Durchmesser
3/16 Zoll	24	1 : 4 1/2	2 1/4 Zoll	4	1 : 9
1/4 „	20	1 : 5	2 1/2 „	4	1 : 10
5/16 „	18	1 : 5 5/8	2 3/4 „	3 1/2	1 : 9 5/8
3/8 „	16	1 : 6	3 „	3 1/2	1 : 10 1/2
7/16 „	14	1 : 6 1/8	3 1/4 „	3 1/4	1 : 10 9/16
1/2 „	12	1 : 6	3 1/2 „	3 1/4	1 : 11 3/8
5/8 „	11	1 : 6 7/8	3 3/4 „	3	1 : 11 1/4
3/4 „	10	1 : 7 1/2	4 „	3	1 : 12
7/8 „	9	1 : 7 7/8	4 1/4 „	2 7/8	1 : 12 7/32
1 „	8	1 : 8	4 1/2 „	2 7/8	1 : 12 15/16
1 1/8 „	7	1 : 7 7/8	4 3/4 „	2 3/4	1 : 13 1/16
1 1/4 „	7	1 : 8 3/4	5 „	2 3/4	1 : 13 3/4
1 3/8 „	6	1 : 8 1/4	5 1/4 „	2 5/8	1 : 13 25/32
1 1/2 „	6	1 : 9	5 1/2 „	2 5/8	1 : 14 7/16
1 5/8 „	5	1 : 8 1/8	5 3/4 „	2 1/2	1 : 14 3/8
1 3/4 „	5	1 : 8 3/4	6 „	2 1/2	1 : 15
1 7/8 „	4 1/2	1 : 8 7/16			
2 „	4 1/2	1 : 9			

Eine ziemlich zu denselben Ergebnissen führende Regel besteht darin, den Durchmesser der Schraube mit 0,08 zu multiplizieren, zum Produkt 1 *mm* hinzuzuzählen und die Summe als das Mass der Steigung anzunehmen. Hiernach bekommt man beispielsweise für Schrauben vom

[1]) Z. d. V. d. I. 1888, S. 885 bis 890.

[2]) Vergl. übrigens Z. d. V. d. I. 1888, S. 260.

Durchmesser	Ganghöhe
5 *mm*	(0,4 + 1) = 1,4 *mm*
10 „	(0,8 + 1) = 1,8 „
20 „	(1,6 + 1) = 2,6 „
30 „	(2,4 + 1) = 3,4 „
50 „	(4,0 + 1) = 5,0 „
75 „	(6,0 + 1) = 7,0 „
100 „	(8,0 + 1) = 9,0 „
125 „	(10,0 + 1) = 11,0 „
150 „	(12,0 + 1) = 13,0 „

Für Schrauben unter 20 *mm* Durchmesser fallen hiernach die Gewinde etwas grob aus. Dies ist vermieden bei der von Bodmer aufgestellten Folge, welche vorschreibt:

bei Schrauben vom Durchmesser	Gänge auf 25 *mm* Länge	Ganghöhe *mm*
3, $3^1/_2$ 4, $4^1/_2$ *mm*	50	0,5
5, $5^1/_2$ 6 „	30	0,83
$6^1/_2$, 7, 8 „	25	1
9, 10, 11 „	20	1,25
12, 13 „	17	1,47
14, 15 „	$14^1/_2$	1,72
16, 18 „	$12^1/_2$	2
20, 22 „	10	2,5
24, 26 „	9	2,78
28, 30 „	8	3,33
32, 34 „	7	3,57
38, 42 „	6	4,16
46, 50 „	5	5

Erheblich abweichend hiervon und schwankend ergaben sich aus der Untersuchung einer grossen Anzahl guter und schöner (teils schmiedeiserner, teils stählerner) Schrauben aus deutschen Werkstätten nachstehende Verhältnisse:

Durchmesser *mm*	Gänge auf 1 *cm*	Durchmesser *mm*	Gänge auf 1 *cm*	Durchmesser *mm*	Gänge auf 1 *cm*
1,5	26 bis 32	6	10 bis 13	18	4 bis 5
2,25	17 „ 24	9	8 „ 11	21	3 „ 4
3	15 „ 20	12	6 „ 8	24	$3^1/_3$
4,5	12 „ 14	15	5 „ 7		

Empfehlenswert und für die gewöhnlichen Fälle genügend, sofern nicht Schrauben von mehr als 10 *mm* Durchmesser erfordert werden, ist nachverzeichnete Stufenfolge, welche 5 Abstufungen der Dicke und für jede Dicke zweierlei Gewinde (das eine doppelt so fein als das andere) enthält:

Äusserer Durchmesser *mm*	Gänge auf 1 *cm*	Verhältnis der Ganghöhe zum Durchmesser	Gänge auf 1 *cm*	Verhältnis der Ganghöhe zum Durchmesser
4	12	1 : 4,8	24	1 : 9,6
5	10	1 : 5	20	1 : 10
6	9	1 : 5,4	18	1 : 10,8
8	8	1 : 6,4	16	1 : 12,8
10	6	1 : 6	12	1 : 12

Der Verein deutscher Ingenieure (vergl. S. 310) hat folgende Verhältnisse gewählt:

Bolzen-Durchmesser *mm*	Ganghöhe *mm*	Gangtiefe *mm*	Kern-Durchmesser *mm*	Schlüsselweite *mm*
5	1,0	0,75	3,5	11
6	1,0	0,75	4,5	11
7	1,2	0,9	5,2	14
8	1,2	0,9	6,2	14
9	1,4	1,05	6,9	18
10	1,4	1,05	7,9	18
12	1,6	1,2	9,6	22
14	1,8	1,35	11,3	25
16	2,0	1,5	13,0	28
18	2,2	1,65	14,7	31
20	2,4	1,8	16,4	34
22	2,8	2,1	17,8	37
24	2,8	2,1	19,8	40
26	3,2	2,4	21,2	43
28	3,2	2,4	23,2	46
30	3,6	2,7	24,6	49
32	3,6	2,7	26,6	52
36	4,0	3,0	30,0	58
40	4,4	3,3	33,4	64

Für die Verschraubungen schmiedeiserner Gasröhren hat man in England folgende Verhältnisse eingeführt, wonach die Gewinde feiner, als nach obiger Tafel für den Maschinenbau (S. 310), ausfallen:

Innerer Durchmesser der Röhren	Zoll	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2
Äusserer Durchmesser der Röhren und Schraubengewinde . . .	„	1/4	3/8	1/2	13/16	1 1/32	1 5/16	1 9/16	1 13/16	1 21/32	2 3/8
Tiefe des Schraubenganges	„	1/32	1/32	1/32	1/24	1/24	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Anzahl der Gänge auf 1 Zoll engl. . . .	„	28	19	19	14	14	11	11	11	11	11

An messingenen Gasröhren von 3/8, 1/2, 5/8 und 3/4 Zoll innerem Durchmesser findet man übereinstimmend 26 Gewindgänge auf 1 Zoll und eine Gangtiefe von 1/32 Zoll.

Es mögen hier noch die Verhältnisse der Gewinde eiserner Holzschrauben, welche weit auseinanderliegende, dünne Gänge haben, angeführt werden, obgleich deren Erzeugung mittels Werkzeugen stattfindet, welche nach Art des Gewindeschneidens auf der Drehbank (s. w. u.) wirken.

Äusserer Durchmesser *mm*	Anzahl der Gänge auf 1 *cm*	Verhältnis d. Ganghöhe zum Durchmesser	Tiefe der Gänge *mm*	Verhältnis d. Gewindtiefe	
				zum Durchmesser	zur Steigung
11	2,5	1 : 2,75	1,95	1 : 5,64	1 : 2,05
5,75	4,8	1 : 2,76	1,25	1 : 4,60	1 : 1,67
4,25	6	1 : 2,55	1,00	1 : 4,25	1 : 1,67
2	10,8	1 : 2,16	0,50	1 : 4,00	1 : 1,85

Hinsichtlich des Wesens und der Wirkungsweise der Werkzeuge, welche zum Gewindeschneiden unter Führung des Werkzeugs durch das Werkstück benutzt werden, beziehe ich mich auf frühere (I, 421) Erörterungen.

An einer Schraubenschneidmaschine für Schrauben von 6 bis 32 *mm* Dicke wurde von Hartig als grösste stündliche Leistung die Herstellung von Muttergewinden in Schmiedeisen in der Länge $L = 2{,}55$ *m* beobachtet bei 32 *mm* Gewindedurchmesser und 17 minutlichen Umdrehungen der Schneidkluppe; das Gewinde war bei einmaligem Durchgang fertig; der Arbeitsverbrauch ergab sich hierbei im Leergang zu $N_0 = 0{,}187$ Pferdestärken, im Arbeitsgang zu $N = 1{,}339$ Pferdestärken; allgemein

$$N_0 = 0{,}08 + 0{,}0022 \,.\, U_2 \text{ Pferdestärken,}$$

wenn U_2 die minutliche Umdrehungszahl des Schneidzeuges bezeichnet, sowie der Arbeitsverbrauch bei Herstellung schmiedeiserner Schraubenspindeln

$$N = N_0 + \frac{15{,}5 \,.\, L \,.\, d^3}{10^6} \text{ Pferdestärken,}$$

bei Erzeugung schmiedeiserner Schraubenmuttern

$$N = N_0 + \frac{7{,}3 \,.\, L \,.\, d^3}{10^6} \text{ Pferdestärken,}$$

wenn L die stündlich gelieferte Länge in Metern, d den äusseren Gewindedurchmesser in Millimetern bezeichnet.

Bei der Verarbeitung zu Schmuckwaren, Filigran u. s. w. wird Gold- und Silberdraht oft auf seiner ganzen Länge mit höchst feinen und seichten Schraubengängen versehen, welche ihm eine matte, gereifte Oberfläche, gleichsam das Ansehen einer aus feinen Fäden dicht zusammengedrehten Schnur geben, daher der Name Kordieren[1]) für diese Arbeit. Man bedient sich hierzu der Kordiermaschine, einer kleinen und einfachen Vorrichtung, deren wesentlichster Bestandteil eine in ihrer Achse durchbohrte stählerne Spindel von 4 bis 6 *cm* Länge ist. Am vordern Ende dieser Spindel ist eine Art sehr kleiner Schraubenkluppe mit zwei Backen oder ein feines Schneideisen mit Löchern, deren Grösse der Dicke des Drahtes entspricht, angebracht. Der Draht wird durch die Öffnung am hintern Ende der Spindel eingeschoben und geht in gerader Richtung durch die Backen oder das Schneideisen, während dieses samt der Spindel schnell umgedreht wird. Letzteres geschieht entweder durch Rad und Getriebe oder durch ein Rad, eine Rolle und eine Schnur ohne Ende; in beiden Fällen bewegt der Arbeiter mit der einen Hand die Kurbel und lenkt mit der andern den Draht.

2. Werkzeugmaschinen mit vom Werkstück unabhängiger Führung des Werkzeugs gegenüber dem Werkstück.

Die Führung zwischen Werkzeug und Werkstück[2]) ist in der Regel eine zusammengesetzte, indem das Werkzeug auf seinem Wege gegenüber dem Werkstück nur in wenigen Fällen die (winkelrecht zu diesem Wege gemessene) volle Breite des letzteren zu gleicher Zeit bearbeiten kann, vielmehr zur Zeit nur einen Teil derselben, einen Streifen

[1]) Prechtl, Technolog. Encyklop., Bd. 4, S. 236.
[2]) Z. d. V. d. I. 1884, S. 113 m. Abb.

bearbeitet und so schrittweise zum Ziel gelangt. Man nennt die gegensätzliche Bewegung, welche in der Richtung der Spanbildung stattfindet, allgemein Arbeitsbewegung und gebraucht in gleichem Sinne das Wort Arbeitsgeschwindigkeit.

Weniger ist man einig über die Benennung der zweiten Bewegung, welche im wesentlichen winkelrecht zu ersterer liegt, und die Breite des zur Bearbeitung gelangenden Streifens bestimmt. Hier soll sie Schaltbewegung genannt werden, und wenn sie stetig ist, von der Schaltgeschwindigkeit die Rede sein, weil nach meiner Beobachtung diese Bezeichnung meistens gewählt wird. Statt dessen wird nicht selten von der Zuschiebung oder dem Vorschub gesprochen bezw. der Zuschiebungs- oder Vorschubs-Geschwindigkeit. Die Schaltbewegung, das möge von vornherein bemerkt werden, bestimmt zuweilen ausschliesslich die Spanbreite, zuweilen ausschliesslich die Spandicke; in vielen Fällen beeinflusst sie beides; immer ist sie erheblich geringer als die Arbeitsbewegung.

Die Bahnen, längs welcher die beiden Bewegungen stattfinden, sind entweder geradlinig, kreisförmig oder anders gekrümmt; man vermag durch entsprechende Paarung der Bahnen diejenigen Flächen zu erzeugen, welche die Technik gebraucht: geradlinige Arbeitsbewegung (Erzeugende) und kreisförmige Schaltbewegung (Leitlinie) bringt z. B. je nach Umständen eine Kegel- oder eine Walzengestalt, oder diejenige eines Hyperboloids hervor, u. s. w.

Die Führung in gerader Linie erfolgt längs eines geraden Stabes (oder einer Furche) überall gleichen Querschnitts. Will man über die Brauchbarkeit der verschiedenen möglichen Querschnittsgestalten ein Urteil sich bilden, so muss man sie in Rücksicht auf die Ausgleichung der unvermeidlichen Abnutzungen betrachten. Man findet dann bald, dass der walzenförmige Stab, die Stange mit kreisförmigem Querschnitt am ungeeignetsten für die vorliegende Führungsart ist. Man gebraucht ihn deshalb teils nur noch aus alter Gewohnheit, teils in solchen Fällen, in welchen Nebenumstände eine andere Querschnittsgestalt des Stabes ausschliessen.

Eine Abart des walzenförmigen Stabes ist diejenige, welche durch Einschneiden einer Furche oder Nut, Auflegen einer sogenannten Feder oder durch Abflachen geeignet gemacht wird, eine Drehbewegung des geführten Stückes zu verhindern. Die Ausgleichbarkeit der Abnutzung ist bei ihr ebenso unvollkommen, als bei der Hauptart.

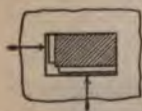

Fig. 66.


Fig. 67.

Der vierkantige Stab, Fig. 66, ist weit vorteilhafter, indem dessen Abnutzung, sowie diejenige der auf ihm gleitenden Flächen durch die Nachstellbarkeit zweier dieser Flächen vollständig ausgeglichen werden kann.

Der dreikantige Stab, Fig. 67, überragt den vorigen, weil bei ihm die Nachstellbarkeit einer Fläche genügt, um die gesamte Abnutzung auszugleichen. Er ist infolgedessen der beliebteste.

Auf den längs des Stabes geführten Gegenstand wirken, je nach der Verwendungsweise, bezw. dem Zweck der Führung verschiedene Kräfte, welche nicht allein versuchen, ihn von dem geraden Wege abzulenken, sondern auch ihn in der einen oder anderen Richtung zu drehen streben. Sowohl der vierkantige, als auch der dreikantige Stab vermögen nun ohne weiteres mit Erfolg solchen Bestrebungen entgegen zu treten. Man erkennt aber sofort, dass bei einer versuchten Drehung in einer, durch die Achse des Führungs-

stabes gehenden Ebene nur die Flächenteile in Wirksamkeit treten, welche am vorderen und hinteren Ende der Führung sich befinden und dass diesen die Erfüllung ihrer Aufgabe um so leichter wird, je weiter sie voneinander entfernt sind. Man macht deshalb die Führung lang, bildet sie auch wohl aus zwei kurzen, miteinander fest verbundenen, aber voneinander entfernt liegenden Führungen. Eine versuchte Drehung um die Achse des Stabes wird dagegen durch die Flächenteile verhindert, welche den Kanten des Führungsstabes nahe liegen. Deshalb beschränkt man sich nicht selten auf die Verkörperung der Kanten, während die dazwischen liegenden Flächen fehlen, oder doch zurücktreten. Bei der dreikantigen Führung geht man noch weiter, indem man nur zwei der Kanten benutzt, Fig. 68. Die Figur stellt eine gebräuchliche Führung der Bettplatte B einer Drehbank längs dem Bett A derselben dar. Das für die Gestaltung des Querschnitts der führenden Flächen massgebende Dreieck ist durch gestrichelte Linien dargestellt. Man erkennt aus der Figur ohne weiteres, dass die eine, hier die untere Kante entbehrt werden kann.

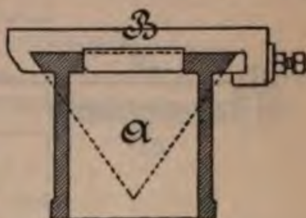


Fig. 68.

Wenn das geführte Stück ein so bedeutendes Gewicht hat, dass es durch letzteres, trotz der sonst einwirkenden Kräfte stets auf die es stützende Führungsfläche gedrückt wird, so kann diejenige Führungsfläche entbehrt werden, welche andernfalls das Emporheben zu verhindern hat. Es fällt sodann auch in der senkrechten Richtung das Bedürfnis der Nachstellbarkeit fort. Fig. 69 stellt als ein hierher gehöriges Beispiel den Querschnitt der Schlittenführung für eine schwere Hobelmaschine dar. B bezeichnet das Bett, welches mit zwei Furchen rechteckigen Querschnitts versehen ist, S den Schlitten, dessen zwei vorspringende Flächen in den Furchen gleiten. In



Fig. 69.

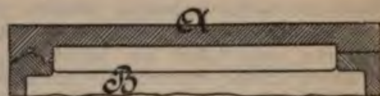


Fig. 70.

senkrechter Richtung ist so die Führung hinlänglich gesichert, in wagerechter Richtung übernimmt die rechts liegende Kante des Schlittens allein die Führung, indem eine am Bett feste und eine einstellbare Leiste L den betreffenden Schlittenteil zwischen sich nehmen. Auch links eine ähnliche Führung in wagerechter Richtung anzuordnen ist unnötig, aber auch unzulässig, da die durch Temperaturwechsel herbeigeführten Dehnungen des Schlittens S und des Bettes B verschieden sind und deshalb Klemmungen veranlassen würden. Die in der Figur linksseitig zu erkennenden Leisten haben lediglich den Zweck, das Schmiermittel zusammen zu halten.

Die dreikantige Führung lässt im vorliegenden Falle (d. h. wenn der geführte Teil A, Fig. 70, gegenüber den einwirkenden Kräften schwer genug ist) auf jede stellbare Fläche verzichten: es erhalten die führenden Flächen einen winkelförmigen Querschnitt, und der Stab heisst Schweinsrücken. In manchen Fällen wendet man, wie Fig. 70 darstellt, nur für die eine Fläche die Schweinsrückengestalt an, während die andere Fläche, um der verschiedenartigen Dehnung freies Spiel zu gewähren, eben gestaltet ist. Sollen die Gleitflächen gut geschmiert werden, so kehrt sich, um eine den Ölabfluss hindernde Rinne zu bilden, die Schweinsrückenkante nach unten. Der Kantenwinkel der letzteren wird, je nach den vorliegenden Umständen, zwischen 60° und 120° gewählt. Man wolle beachten, dass die Schweinsrückenführung wagerechten Kräften gegenüber schwächer ist, als die vorhin beschriebene vierkantige.

Die Führung im Kreise gelingt ohne Schwierigkeit mittels der Spitzen (I, 561, 580). Sie ist ebensoleicht anzubringen, als genau in ihrer Wirkungsweise und hat durch diese Eigenschaften vornehmlich das hohe Ansehen, welches die Drehbank geniesst, herbeigeführt. Einerseits erweitert sie sich zu den kegelförmigen Lagerungen, welchen man solchen Spindeln oder Zapfen, denen genaue Kreisführung anvertraut wird, zu geben pflegt[1]), anderseits zu der Kreisführung, welche aus einem einzigen, sehr niedrigen abgestumpften Kegel von grossem Durchmesser besteht. Die äussere Kegelfläche kann bei letzterwähnter Führung entweder mit dem geführten Gegenstande A (Fig. 71) oder dem führenden Maschinengestell B_1 (Fig. 72) verbunden sein, so dass die hohle Kegelfläche an B bezw. A_1 angebracht ist. Ein Ring C, bezw. C_1 ist nachstellbar, sodass er zur Ausgleichung der Abnutzungen zu dienen vermag.

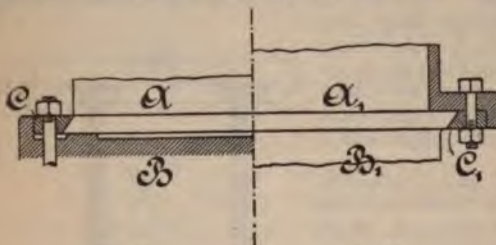


Fig. 71. Fig. 72.

Führungen für anders als geradlinige bezw. kreisförmige Bewegungen können zwangsläufig entweder durch Hebelanordnungen (von denen man aber nur sehr selten Gebrauch macht) oder durch entsprechend gekrümmte Schienen oder Lehren herbeigeführt werden. Letztere Führungsart bildet die Regel. Da jedoch die Krümmung solcher Schienen nicht gleichförmig ist (sonst wären sie kreisförmig und deckten sich mit den w. o. angegebenen Führungsmitteln), so ist unmöglich, zu der die Gestalt der Bahn angebenden eine zweite in überall gleichem Abstande so anzubringen, dass ein geführtes Stück zwischen diesen Flächen, oder sie von aussen berührend, mit ihnen stets in Fühlung bleiben kann. Es ist daher nur möglich, das geführte Stück mittels nachgiebigen Druckes gegen die führende Fläche, bezw. die entsprechend gekrümmte Schiene zu pressen. Die geführte und führende Fläche berühren sich dabei aus leicht ersichtlichen Gründen nur längs einer sehr schmalen Fläche, wodurch die Abnutzung eine verhältnismässig grosse wird und womit die erzielte Ungenauigkeit im Einklang steht. Man ist deshalb bestrebt, die zu erzeugenden Gestalten, solange sie genau wiedergegeben werden sollen, so zu wählen, dass sie durch Führungen in gerader Linie und im Kreise beschrieben werden können.

Die Führungen bilden eine Hauptgrundlage für die hier in Frage kommenden Maschinen.

Erstere sind selbstverständlich so einzurichten, dass sie den auftretenden Kräften gewachsen sind. Leider fehlt es noch an genügenden Versuchen, um die in Rede stehenden Kräfte einigermassen genau nennen zu können. Sie hängen von zahlreichen Umständen ab (I, 380), man hat bei den bisher vorliegenden Versuchen die Gestalt der Schneidkante zu wenig beachtet, da man übersah, dass dieselbe als abgerundet zu betrachten ist, und deshalb solche Zahlen gewonnen, welche nur für den gebräuchlichen Betrieb eine Bedeutung haben.

Hiernach muss man annehmen, dass der Widerstand, welchen das Werkzeug in der Richtung der Arbeitsbewegung erfährt, zwischen folgenden Grenzen schwankt:

---

[1]) D. p. J. 1874, **213**, 453 m. Abb.; 1888, **244**, 192 m. Abb.

für Schmiedeisen und Gusseisen	75 bis 150 *kg*	
„ Stahl	100 „ 220 „	
„ Bronze	50 „ 100 „	

auf 1 *qmm* des Spanquerschnittes, in den Abmessungen, welche der Span vor seiner Ablösung hatte, bezogen. Winkelrecht zur Arbeitsbewegung, in der Ebene, in welcher der Span abrollt, rechnet man auf $^1/_3$ jenes Druckes; jedoch ist das ganz willkürlich, indem (vergl. I, 382) derselbe zeitweise, nämlich dann, wenn das Haken eintritt, negativ wird, aber bedeutend ist, sobald man nur sehr dünne Späne abnimmt, und mit kleinem Ansatzwinkel arbeitet.

Die Spandicke wird im allgemeinen gewählt zwischen:

0,2 *mm* bis 2 *mm* für alle Metalle und alle Metallbearbeitungsmaschinen, mit Ausnahme der Fräs- und Bohrmaschinen;
0,1 *mm* bis 1 *mm* desgl. für Fräsmaschinen;
0,05 bis 0,3 *mm* desgl. für Bohrmaschinen.

Ausnahmsweise kommen grössere Spandicken vor.

Die Spanbreite schwankt zwischen 1 *mm* und weniger einerseits und 35 *cm* anderseits.

Es sollen nun durch die Kräfte, welche zwischen Werkstück und Werkzeug auftreten, weder Drücke auf die Führungen ausgeübt werden, welche einerseits letztere zu sehr abnutzen, noch solche, welche zu grosses elastisches Ausweichen derselben veranlassen. Ersteres bedingt aber, den Druck auf jedes *qmm* der Führungsflächen nicht über 0,2 *kg* zu steigern, wenn die letzteren nur fettig gehalten werden können, aber höchstens auf 1 *kg* zu bemessen, wenn man sie gut in Schmiere halten kann. Der zulässige Grad des unvermeidlichen elastischen Ausweichens, bezw. Durchbiegens der Führungen, wie der sonstigen zum Ausgleich der zwischen Werkstück und Werkzeug auftretenden Kräfte dienenden Teile ist bisher fast gar nicht untersucht: man sucht im allgemeinen die betreffenden Maschinenteile möglichst starr zu machen und richtet sich bei Wahl der Abmessungen nach guten Beispielen.

a. Werkzeugmaschinen, bei welchen die Arbeitsbewegung und die Schaltbewegung regelmässig geradlinig ist. Es gehören hierher die Hobel-, Feil- und Stossmaschinen. Man nennt im allgemeinen diejenigen Maschinen Hobelmaschinen, bei welchen jede einzelne Arbeitsbewegung verhältnismässig lang ist, auch im allgemeinen die dicksten Späne abgehoben werden, während die Maschinen, deren hin- und hergehendes Schneidwerkzeug (Stichel, Stahl) einen kürzeren Weg zurücklegt, auch weniger dicke Späne ablöst, Feilmaschinen heissen, wenn die Stichelbewegung wagerecht ist, dagegen Stossmaschinen, wenn der Stichel in senkrechter Richtung sich verschiebt.

Es ist unvermeidlich, dass der Stichel gegenüber dem Werkstück auf demselben Wege zurückkehrt, welcher vorher zum Abheben des Spanes diente. Damit nun der Rücken der Stichelschneide nicht gezwungen wird, auf diesem Rückwege die erzeugte Schnittfläche aufs neue um den Abrundungshalbmesser der Schneide (I, 380, 440) zurückzudrängen (was

zu unnötigem Abnutzen, Wärmeentwickeln und Arbeitsverlust führen wird), pflegt man die Stichel in der Weise festzuhalten, dass sie zwar eine unwandelbare Lage haben, solange sie arbeiten, beim Rücklauf aber so ausweichen, dass die Schneide nur leicht über das Werkstück gleitet.

Die Hobelmaschinen, auch wohl Planhobelmaschinen genannt, sind wesentlich für die Ausarbeitung ebener Flächen gebaut. Das Arbeitstück ist auf einem wagerechten gusseisernen Tisch befestigt, der Stahl steht senkrecht auf demselben (in einzelnen Fällen schräg oder auch wagerecht) und hat am Ende seine Schneide; er ist an einer über dem Tisch angebrachten Vorrichtung (Support, Stichelhalter, Stichelhaus, Meisselhalter) befestigt, in welcher ihm mittels durch Schrauben bewegter Schieber ein Versetzen nach der Breitenrichtung des Tisches, sowie Heben oder Senken gestattet ist. Im übrigen sind zwei Haupt-Bauarten gebräuchlich: entweder bewegt sich der Tisch oder Schlitten mit dem Arbeitstücke seiner Länge nach unter dem Stahle auf gehobelten Flächen des Gestelles (Bettes) hin (was durch Zahnstange und Getriebe, Krummzapfen und Zugstange, Kurbel und Kurbelschwinge, eine Schraubenspindel mit sehr stark steigendem Gewinde u. s. w. bewirkt wird;[1]) oder es liegen Tisch und Arbeitstück fest und das Stichelhaus, welches alsdann eine Art Schlitten bildet, wird auf wagerechter Führung über dasselbe oder neben demselben fortgeschoben.[2]) In dem einen wie in dem andern Falle entsteht durch die erwähnte Bewegung ein gerader Schnitt über die ganze Länge der zu bearbeitenden Fläche, nach dessen Beendigung der bewegte Bestandteil (Tisch oder Stichelhaus) die rückkehrende Bewegung machen muss. Nach jedem Schnitte wird der Stahl um einen kleinen Betrag in der Breitenrichtung der zu hobelnden Fläche verrückt, damit der nächste Schnitt neben den vorhergehenden fällt und so nach und nach die ganze Breite des Arbeitstückes mit gleichlaufenden Schnitten überdeckt wird.

Die Rückkehr des Tisches (oder des Stichelhauses) im rechten Augenblicke, sowie die hiermit verbundene Versetzung des Stahles in der Breitenrichtung, bewirkt der Mechanismus (Steuerung) selbstthätig; nur die Hebung und Senkung des Stahles (wodurch dessen Eingreifen zustande gebracht, geregelt oder wieder aufgehoben wird), bewirkt oft die Hand eines Arbeiters. Einige Hobelmaschinen schneiden nur beim Vorgehen des Tisches (oder des Stichels), andere bewirken einen Schnitt im Hingange und einen Schnitt im Hergange, entweder mittels

---

[1]) Samml. von Zeichn. f. d. Hütte, 1856, Taf. 4a, b, c und e, f; 1858, Taf. 42, 1871, Taf. 10.
D. p. J. 1830, **36**, 133; 1839, **73**, 176; 1855, **136**, 185; 1861, **162**, 168; 1862, **164**, 20; 1865, **177**, 208; 1868, **190**, 266; 1883, **249**, 326; 1884, **254**, 145; 1886, **259**, 350, **260**, 367 sämtl. m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1861, S. 301; 1865, S. 293; 1886, S. 557 m. Abb.
Wiebe, Skizzenbuch, 1869, Heft 5, Bl. 2 bis 4; 1873, Heft 1, Bl. 6; 1873, Heft 2, Bl. 4.

[2]) Armengaud, Publ. industr., Bd. 1, S. 102, Bd. 2, S. 177, Bd. 9, S. 51.
The Engineer 1879, Bd. 48, S. 150 m. Schaub.
Engineering 1881, Nov., S. 505 m. Schaub.
D. p. J. 1886, **262**, 300 m. Abb.
Sogenannte Blechkantenhobelm.: D. p. J. 1878, **229**, 30 m. Abb.; 1880, **238**, 24 m. Abb.

zweier entgegengesetzt stehender Stähle oder mittels eines und desselben Stahles, der jedesmal vor dem Anfange einer neuen Bewegung von selbst sich umwendet. Lässt man zwei Werkzeuge auf die angezeigte Weise abwechselnd arbeiten, so kann das eine zum Hobeln aus dem Groben (Schroten) bestimmt und demgemäss spitzig oder zugerundet sein, wogegen das andere zum Glatthobeln (Schlichten) dient. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Stahl auf dem Arbeitsstücke — oder dieses unter jenem — fortschreitet, beträgt bei Gusseisen 5—10 *cm* in einer Sekunde, bei Bearbeitung von Schmiedeisen 10 bis 20 *cm*. Wenn beim Rückgange kein Schnitt stattfindet, richtet man es gern so ein, dass diese Bewegung mit grösserer Geschwindigkeit erfolgt (schneller Rückgang), als die vorhergehende während des Schneidens, und gewinnt hierdurch erheblich an Leistung in gleicher Zeit. Die Querverschiebung des Stahles beträgt für jeden Schnitt meist zwischen 0,5 und 2 *mm*. Die Meisselschneiden sind unter einem Winkel von 60 bis 75° zugeschärft; für Gusseisen soll nach den Beobachtungen Jössel's der vorteilhafteste Wert des Zuschärfungswinkels (bei welchem das Spangewicht für die Arbeitseinheit das grösste wird) 51° sein, welcher Wert mit Rücksicht auf die erwünschte Haltbarkeit der Schneide jedoch zu klein ist.

Im allgemeinen scheint die Bauart mit beweglichem Tisch und während des Schnittes feststehendem Stahle den Vorzug zu verdienen, ungeachtet sie zur Folge hat, dass die Maschine zweimal so lang sein muss, wie der längste darauf zu hobelnde Gegenstand: sie verhindert besser das Zittern (Schnarren) des Stahles, weil diesem eine sichere Haltung gegeben werden kann. Hingegen gerät bei Maschinen mit festliegendem Werkstück der Stahl weit leichter in dieses Zittern. Es erklärt sich dieser Umstand leicht aus der Wirkungsweise der Führungen. Das geführte Werkstück drückt durch sein Gewicht schon die Führungsflächen fest zusammen und wird hierin durch den Druck des Werkzeugs (meistens) unterstützt; dagegen wirkt im anderen Falle ebenso nur das viel geringere Gewicht des Schlittens, welcher den Stichel trägt, während der senkrecht zur Hobelfläche wirkende Druck (meistens) den Stichel zu heben sucht. Das Zittern des geführten Stichels ist deshalb nur zu verhindern durch eine spielraumfreie Führung, welche ein Abweichen von der vorgeschriebenen Bahn nach keiner Richtung gestattet.

Es sind die Hobelmaschinen mit festliegendem Werkstück namentlich zweckmässig zum Bearbeiten der allergrössten Gegenstände, deren Bewegung sehr viel Kraft und Raum in Anspruch nehmen und die Länge der Maschine übermässig vergrössern würde. Da bei denselben zur Aufnahme des Arbeitstückes gewöhnlich eine weite und tiefe Grube vorgesehen ist, so führen diese Maschinen auch den besonderen Namen Gruben-Hobelmaschinen, oder, wenn sie bestimmt sind, die schmalen Flächen der Bleche zu ebnen, den Namen Blechkantenhobelmaschinen.

Gerundete (hohle oder erhabene) Flächen lassen sich auf Hobelmaschinen z. B. dadurch erzeugen, dass man das Werkstück zwischen Spitzen spannt (wozu, namentlich wenn es sich um hohle Flächen handelt, besondere Hilfsvorrichtungen erforderlich sind) und die Schaltbewegung durch Drehen des Werkstückes hervorbringt. Allgemeiner anwendbar ist das Verfahren, das stark belastete Stichelhaus durch eine entsprechend gestaltete Schiene winkelrecht zur Arbeitsfläche verschieben zu lassen. Es kann die Schiene entweder in der Richtung der Schaltbewegung oder in derjenigen der Arbeitsbewegung liegen, so dass man auf diesem Wege die Krümmung der gehobelten Fläche in der einen oder anderen Richtung erzeugt.

An einer der grössten Hobelmaschinen mit bewegtem Arbeitstück wurden von Hartig folgende Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Bettlänge 17,07 *m*, Tischlänge 11,65 *m*, Tischbreite 1,61 *m*, lichte Weite und Höhe zwischen den Ständern 1,92 *m*, Gewicht des Tisches 15 000 *kg*, des Arbeitstückes (Gusseisen) 4275 *kg*, der ganzen Maschine 23 500 *kg*, Gewicht des stündlich abgehobelten Gusseisens $G = 23{,}6$ *kg* bei 4,87 *m* Schnittlänge, 16 *mm* Schnitthöhe, 1,37 *mm* Schnittbreite, 49 *mm* Schnittgeschwindigkeit, 149 *mm* Tischgeschwindig-

keit im Rücklauf, Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}61$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 1{,}49$ Pferdestärken.

Allgemein kann man den Verbrauch an Nutzarbeit für 1 *kg* stündlich abgehobeltes (graues) Gusseisen (Arbeitswert) nach der Formel

$$\varepsilon = 0{,}034 + \frac{0{,}13}{f} \text{ Pferdestärken}$$

berechnen, worin f den Spanquerschnitt in Quadratmillimetern bedeutet, sodass für

$f = 0{,}5$	1	5	10	20 *qmm*	
$\varepsilon = 0{,}294$	0,164	0,050	0,047	0,041	Pferdestärken

sich ergiebt. Kennt man daher das Gewicht G des stündlich abgehobelten Gusseisens in Kilogrammen und den Arbeitsverbrauch N_0 der Maschine im Leergang, so ist der Arbeitsverbrauch im Arbeitsgang allgemein mittels der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, G \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen.

Der Arbeitswert ε ist für andere Metalle im Durchschnitt anzunehmen wie folgt:

	Bronze	Schmiedeisen	Stahl
$\varepsilon =$	0,028	0,114	0,246

Die Hobelmaschinen werden zu bestimmten einzelnen Zwecken und Arbeitsverfahren verschiedentlich abgeändert:

Riffelmaschinen[1]), mit welchen auf den eisernen Riffelwalzen der Spinnmaschinen die dreieckigen Längenfurchen ausgehobelt werden. Dies sind kleine Hobelmaschinen mit feststehendem spitzigen Hobelzahn, unter welchem die auf einem Schlitten wagerecht gelagerte Walze ihrer Länge nach hinbewegt und nach jedem Schnitte, mit Hilfe einer Teilscheibe, so weit um ihre Achse gedreht wird, dass die nächste Furche in dem richtigen Abstand von der vorausgehenden entsteht.

Die so erzeugten Riffeln haben auf der Aussenseite einen Grat, daher es nötig ist, sie nachträglich durch eine besondere Maschine zu glätten.[2])

Vollkommener ausgebildet sind die Riffelmaschinen für die Schrotwalzen der Getreidemüllerei.[3]) Sie unterscheiden sich schon äusserlich von den soeben erwähnten durch die viel bedeutendere Grösse der Werkstücke und dadurch, dass die Riffeln in der Regel schraubenförmig verlaufen müssen.

Blechkantenhobelmaschinen. Das Hin- und Herbewegen der Bleche behufs Ebnung ihrer schmalen Stirnflächen würde höchst unbequem sein. Man legt daher die zu bearbeitenden Bleche in grösserer Zahl übereinander und lässt den Stichel mit seinem Schlitten die Arbeitsbewegung nebst der Schaltbewegung (in senkrechter Richtung) ausführen.[4])

Es sind ähnliche Maschinen zum Ebnen der schmalen Endflächen fassdaubenartig gewölbter Bleche gebaut.[5])

---

[1]) Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1838, S. 66 m. Abb.
[2]) Polyt. Centralbl. 1865, S. 594.
[3]) Z. d. V. d. I. 1887, S. 1096 m. Abb. u. Quellenangabe.
[4]) Quellenangabe S. 318.
[5]) The Engineer, Jan. 1885, S. 54 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1888, S. 966 m. Abb.

Die senkrechten Hobelmaschinen sind auch als Abart der in Rede stehenden Maschinengattung zu betrachten; sie bilden gleichzeitig das Bindeglied zum Übergange zur folgenden Gruppe.

Bei den senkrechten Hobelmaschinen bewegt sich der Stichel mit seinem Schlitten an einer oft sehr langen, senkrechten Bahn auf und ab; er hat nur die Arbeitsbewegung. Das Werkstück ist auf einem Tisch befestigt, welcher um eine senkrechte Achse (Führung nach Fig. 71 oder 72 S. 316) drehbar und mit dieser in zwei winkelrecht sich kreuzenden, wagerechten Richtungen verschiebbar ist. Die Schaltbewegung erfolgt durch den Tisch.

Stossmaschinen unterscheiden sich von der angezogenen senkrechten Hobelmaschine nur durch den kürzeren Weg des Stichels und die, hauptsächlich hierdurch herbeigeführte äussere Erscheinung.[1]) Der Stichel ist in einen senkrecht geführten Stab (den Stössel) gespannt, welcher nur des Auf- und Niedergehens fähig ist und durch seine abwärts gerichtete Bewegung eine senkrechte Fläche abhobelt, während das Arbeitstück unter ihm nach jedem Stosse ein wenig fortgeschoben oder um seine (senkrechte) Achse gedreht wird, je nachdem eine gerade oder eine gerundete Fläche zu bearbeiten ist.

Ursprünglich bediente man sich der Stossmaschinen nur zur Ausarbeitung von Keilnuten in Radnaben-Öffnungen, welche zum Festkeilen der Räder auf ihren Achsen erfordert werden; in diesem Falle hat die Schneide des Stahles eine Breite gleich jener der zu erzeugenden Nut, das Arbeitstück aber wird vor jedem neuen Stosse ein wenig gegen den Stahl herangerückt, bis die nötige Tiefe erreicht ist. Gegenwärtig kommen diese Maschinen bei zahlreichen Gelegenheiten in Anwendung, in welchen das Hobeln in senkrechter Richtung bequem und kein langer Zug des Stahles erforderlich ist; so namentlich auch zum Querdurchschneiden sehr dicker Platten, in welchem Falle ein 5 bis 12 *mm* breiter Meissel vom Rande herein und allmählich bis zum anderen Rande fortschreitend einen Schlitz ausarbeitet. Der Weg des Stahles (welcher gewöhnlich nach dem Zwecke geregelt werden kann) beträgt für verschiedene Fälle mindestens 15 *cm*, aber selten über 50 *cm*. Doch sind auch zum Hobeln senkrechter Flächen an hohen Gegenständen, die nicht gut anders als stehend bearbeitet werden können, Maschinen mit grosser Schnittlänge (bis 2,5 *m*) einzeln gebaut worden.

An einer Nutstossmaschine der grössten Gattung wurde von Hartig beobachtet: Grösster Stösselhub 38 *cm*, Ausladung (wagerechter Abstand des Stahles von dem nächstliegenden Teile des Gestelles) 87 *cm*, grösste zulässige Höhe des Arbeitstückes 50 *cm*, Gewicht des Stössels 325 *kg*, Gewicht des stündlich abgehobelten Gusseisens $G = 8$ *kg* bei 240 *mm* Schnittlänge, 0,74 *mm* Schnittbreite, 7,8 *mm* Schnitthöhe, 139 *mm* mittlerer sekundlicher Schnittgeschwindigkeit (oder 21 minutlichen Schnitten), Arbeitsverbrauch beim Leergang $N_0 = 0{,}58$ Pferdestärken, beim Arbeitsgang $N = 0{,}97$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 8300 *kg*.

Die Bewegung des Stössels wird zumeist mittels des gewöhnlichen Kurbelgetriebes oder auch mittels einer Abänderung desselben, welche dem Stössel im Rücklauf eine grössere Geschwindigkeit erteilt, von der Drehung einer wagerechten Welle abgeleitet; da nun die Hubhöhe des Stahles (um Zeitverlust zu

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1861, Ergänzungsband 3, S. 473 m. Abb. Samml. v. Zeichn. f. d. Hütte 1858, Taf. 31; 1864, Taf. 18; 1871, Taf. 10. D. p. J. 1844, **92**, 252; 1853, **128**, 16, 401; 1854, **132**, 3; 1867, **185**, 23; 1874, **214**, 104; 1878, **228**, 112, **229**, 28, **230**, 6, 302 sämtl. m. Abb.

verhüten) nach der jeweiligen Höhe des Arbeitstückes verändert werden muss und aus praktischen Gründen es notwendig ist, dass die mittlere Schnittgeschwindigkeit des Stahles innerhalb enger Grenzen bleibe, so ergiebt sich die Notwendigkeit, die Kurbelwelle mit verschiedener Geschwindigkeit umlaufen zu lassen, wozu man entweder mehrläufige Riemenscheiben (Stufenscheiben) allein oder diese in Verbindung mit einem Räder-Wechselgetriebe anwendet. So kann bei der oben erwähnten grossen Stossmaschine die minutliche Zahl der Stösselhübe zwischen den Grenzen 4,2 und 41,6 acht verschiedene Werte annehmen.

Für die besondere Bestimmung, Nuten oder ähnliche Vertiefungen auszuarbeiten, werden Stossmaschinen zuweilen auch so gebaut, dass die Arbeit festliegt, dagegen der auf und nieder gehende Meissel auch nach jedem Schnitte wagerecht vorrückt; oder dass der Meissel wagerecht hin und her geht.

Maschinen[1]) zum Hobeln der 4-, 6- oder 8-seitigen Schraubenmuttern auf ihren Seitenflächen (statt des Fräsens). Zwei liegende aber auf und nieder gehende Stähle bearbeiten zwei gleichlaufende Flächen der zwischen ihnen auf einem senkrechten Zapfen steckenden Mutter gleichzeitig, indem nach jedem (im Niedergehen des Stössels stattfindenden) Schnitte die Mutter einen kleinen Schritt weiter an den Stählen vorbei macht.

Bei der Feilmaschine[2]) ist der Stahl in der Richtung des Schnittes wagerecht beweglich, indem er an einem entsprechend geführten Stabe, der auch wohl Stössel genannt wird, festgespannt ist. Die Bewegungsmittel sind im wesentlichen denjenigen der Stossmaschinen gleich; es genügen jedoch für gewöhnlich 3 bis 4 Stufen der Riemenrollen, um die Änderung der Drehgeschwindigkeit hervorzubringen, indem der Weg des Stichels selten 5 *cm* unter- und 20 *cm* überschreitet. Die grössten Feilmaschinen arbeiten allerdings mit 50, ja 100 *cm* Stichelweg; man pflegt sie alsdann aber nicht für sehr kurze Hübe zu verwenden. Bei ganz grossen Feilmaschinen wird der Stichel mittels Zahnstange und Rad bewegt.[3])

An einer Feilmaschine der grössten Art wurden von Hartig folgende Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Grösste zulässige Länge des Arbeitstückes 2,27 *m*, grösste Breite desselben 57 *cm*, Gewicht des Stössels 350 *kg*, Gewicht der ganzen Maschine 7000 *kg*, minutliche Spielzahl des Stössels 4,33 bis 32,9 (5 Werte), stündlich abgehobeltes Schmiedeisen 8 *kg* bei 99 *mm* Schnittlänge, 1,17 *mm* Schnittbreite, 7 *mm* Schnitthöhe, 89 *mm* mittlerer Schnittgeschwindigkeit (11,7 minutlichen Schnitten), Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}26$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 1{,}16$ Pferdestärken.

Überhaupt kann man, unter der Voraussetzung, dass ein mittelstarker Span (von 0,25 bis 1,25 *mm* Dicke) geschnitten wird, folgende mittlere sekundliche Schnittgeschwindigkeiten als zweckmässig annehmen: auf Messing und Bronze 30 bis 45 *cm*, Schmiedeisen 15 bis 22, grauem Gusseisen 12 bis 20, Stahl 10 bis 12, weissem Gusseisen (Hartguss) 2,5 bis 3 *cm*.

Sehr bequem ist es, zur Befestigung des Gegenstandes vor der Feilmaschine einen Schraubstock anzubringen, der die Querbewegung (rechtwinklig zur Bahn des Werkzeuges) vermittels einer Führungsschraube empfängt, durch eine andere Schraube aber dem Bereiche des Stahles entzogen werden kann, wenn man das Arbeitstück herausnehmen oder in einer andern Lage einspannen will.[4])

---

[1]) Armengaud, Publ. industr., Bd. 1, S. 129, Bd. 19, S. 141.

[2]) Samml. von Zeichn. f. d. Hütte 1856, Taf. 4d; 1857, Taf. 2a, b; 185[illegible], Taf. 3; 1867, Taf. 11.

Prechtl, Technolog. Encykl. 1861, Ergänzungsbd. 3, S. 462 m. Abb.

D. p. J. 1833, **50**, 408; 1873, **209**, 242; 1875, **218**, 396; 1877, **22[illegible]**, 449, **225**, 541, **226**, 35; 1880, **238**, 280 sämtl. m. Abb.

[3]) Z. d. V. d. I. 1888, S. 1012 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1853, **127**, 415 m. Abb.; 1860, **155**, 7 m. Abb.

Eine eigenartige Feilmaschine ist zur Ausarbeitung der Zähne an den *Windengetrieben* (für Wagenwinden) zur Anwendung gebracht worden[1]; eine andere (mit drehbarer Aufspannvorrichtung) zur Bearbeitung der Seitenflächen sechsseitiger Schraubenmuttern[2], eine dritte zur *Berichtigung der Flügel der Schiffsschrauben.*[3])

Während mittels der senkrechten Hobelmaschine, wie der Stossmaschine, das *Rundhobeln* ohne weiteres dadurch bewirkt werden kann, dass man die Achse der zu erzeugenden walzenförmigen Fläche mit der Drehachse des Tisches zusammenfallen lässt und das Werkstück mit Hilfe des letzteren an der festen Bahn des Stichels entlang führt, bedarf die Feilmaschine einer besonderen Einrichtung für diesen Zweck. Sie besteht aus einer wagerecht gut gelagerten Spindel, auf welche der zu bearbeitende Gegenstand (z. B. die Nabe eines Hebels) gleichachsig befestigt (I, Fig. 552, S. 562) und dann dem festen Weg des Stichels gegenüber schrittweise gedreht wird.

Legt man die Bahn, welche die Stichelschneide beschreibt, windschief gegen die Drehachse des Werkstückes, so entsteht eine hyperboloidische Fläche, schneidet die Stichelbahn die Werkstückdrehachse, so bildet sie eine kegelförmige Fläche. Letzterer Umstand bildet die Grundlage für die Anordnung der *Kegelradzahn-Hobelmaschinen.*[4])

b. *Werkzeugmaschinen, bei welchen die Arbeitsbewegung kreisförmig, die Schaltbewegung aber in der Regel geradlinig ist.*

α. *Das Werkstück kreist.*

Als hierher gehörige, im allgemeinen einfachste Einrichtung, welche gewissermassen die ursprüngliche *Drehbank* versinnlicht, führe ich zuerst an den

Drehstuhl.[5]) Derselbe ist entweder mit zwei *toten* Spitzen (I, 580) ausgerüstet (*Stiftendrehstuhl, gemeiner Drehstuhl*) oder mit einer in festen Lagern (der *Docke*) sich drehenden Spindel, an welcher die Werkstücke in irgend einer Weise befestigt werden (*Docken-Drehstuhl*). Die Drehung des zwischen die Spitzen gespannten Werkstücks erfolgt durch eine um sie oder eine aufgeschobene Rolle (*Drehrolle*) geschlungene Darmsaite, welche mittels eines biegsamen Stahlstabes mässig angespannt ist und durch diesen hin und her gezogen wird, so dass das Werkstück sich zeitweise rechts-, zeitweise linksherum dreht. Die Drehung der Spindel des Dockendrehstuhles erfolgt auf dieselbe Weise. Von den beiden Drehungen des Werkstückes wird nur eine benutzt; die zweite ist als Rücklauf zu betrachten. Die angewendeten Werkzeuge, deren Schneiden in Abmessung und Gestalt meistens den Grabsticheln (S. 291)

---

[1]) Z. d. österr. Ingen. u. Arch.-Ver. 1856, S. 398 m. Abb.

[2]) Samml. v. Zeichn. f. d. Hütte 1867, Taf. 4.

[3]) Z. d. V. d. I. 1888, S. 1013 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1873, **209**, 241 m. Abb.; 1875, **218**, 396 m. Abb.; 1877, **223**, 449 m. Abb.; 1880, **238**, 280 m. Abb.; 1885, **257**, 442 m. Abb.

[5]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1833, Bd. 4, S. 431 m. Abb.
Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 4, S. 267 m. Abb., Bd. 5, S. 46 m. Abb.
Geissler's Uhrmacher, Bd. 1, S. 80 m. Abb.

ähnlich sind, lenkt die Hand des Arbeiters, unter Zuhilfenahme einer festen Stützkante, der Vorlage oder Auflage.

Der Stiften-Drehstuhl besteht aus einer vierkantigen eisernen, oberflächlich verstählten (eingesetzten) Stange von 15 bis 30 *cm* oder mehr in der Länge, auf welcher eine feststehende und eine bewegliche Docke steht. Die letztere kann der ersteren nach Erfordernis genähert und an dem ihr gegebenen Platze auf der Stange befestigt werden. Beim Gebrauche des Drehstuhles ist die Stange wagerecht und die Docken stehen senkrecht. Durch den Kopf oder obersten Teil einer jeden Docke geht ein Stift, welcher in der Durchbohrung des Kopfes verschiebbar und mittels einer Druckschraube festzustellen ist. Die Achsen beider Stifte fallen in eine und dieselbe gerade Linie, welche zur Stange des Drehstuhles gleichlaufend ist. Jeder Stift hat an einem Ende eine genau gedrehte kegelförmige Spitze, am andern ein kleines kegelförmiges Grübchen. Je nachdem man dieses oder jene zum Einspannen eines Arbeitstückes gebraucht, schiebt man die Stifte so in die Docken, dass die Grübchen oder die Spitzen einwärts gekehrt sind. Ein mehr langes als dickes Arbeitstück wird gewöhnlich zwischen die Spitzen der Stifte eingelegt, scheibenförmige Arbeitstücke werden mittels eines runden Loches auf einen Drehstift (Dorn, I, 561) gesteckt. So bleiben beide Flächen des Arbeitstückes frei und zugänglich; aber dasselbe kann sich manchmal durch den Angriff des Drehstahles losdrehen. Ist dies zu befürchten, so zieht man die sogenannten linken Drehstifte vor, welche nebst der Drehrolle noch eine messingene Scheibe, und zunächst an dieser ein Schraubengewinde zum Aufschrauben (nicht Aufstecken) der Arbeit besitzen. Jenes Gewinde ist ein linkes, damit nicht durch den Widerstand beim Abdrehen die Arbeit los wird und sich abschraubt. Die Scheibe dient der einen Fläche des Arbeitstückes zur Anlehnung. In Fällen, wo das Loch eines Gegenstandes nicht durch ein Schraubengewinde verdorben werden darf, wendet man den linken Drehstift mit Mutter an, bei welchem das Arbeitstück bloss lose aufgesteckt und durch eine vorgelegte Schraubenmutter befestigt wird. Diese Mutter drückt auf einen glatten stählernen Kegel, der über das Gewinde des Drehstiftes aufgeschoben ist und — indem er in das Loch des Gegenstandes eindringt — letzteren ausrichtet (I, 562) und festhält.

Die Auflage des Stiften-Drehstuhles ist auf der Stange zwischen den beiden Docken angebracht und ist einer Verschiebung längs der Stange, einer Verschiebung rechtwinklig gegen dieselbe, einer Hebung und Senkung, endlich einer Drehung um sich selbst fähig.

Die Spindel des Docken-Drehstuhles (dessen Anwendung viel beschränkter ist) ist zwischen einer Vorder- und einer Hinterdocke gelagert; eine dritte auf der Stange verschiebbare Docke, mit einer Spitze, leistet hier die Dienste des Reitstockes. Von der Drehbank ist der Docken-Drehstuhl jedoch in der Stellung verschieden, indem sich die Spindel zur Rechten des Arbeiters befindet. Die Arbeitstücke werden an der Spindel mittels kleiner hölzerner oder eiserner Futter (I, 561), zuweilen auch durch Aufkitten u. s. w. befestigt. Die Auflage gleicht der des Stiften-Drehstuhles. Man kann, wie leicht zu übersehen ist, flache Werkstücke auch an einer mit der Spindel verbundenen Scheibe befestigen, um dieselben eben zu drehen.

Die **Drehbank**[1]) ist ein vergrösserter und vervollkommneter Drehstuhl. Es soll mittels derselben das Werkstück um eine feste Achse stetig in gleicher Richtung umgedreht werden. Das Werkzeug vollführt die Schaltbewegung entweder in einer winkelrecht zur Drehachse be-

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1833, Bd. 4, S. 272 m. Abb.; 1859, Ergänzungsbd. 2, S. 558 m. Abb.
Hartmann, Handbuch der Metalldreherei, Weimar 1851 m. Abb.
Wiebe, Handb. d. Maschinenkunde, Stuttgart 1858, Bd. 1, S. 543 m. Abb.
Hart, Werkzeugm.

legenen geraden Linie, und hebt, wenn die Schaltbewegung eine stetige ist, in ebenen Spirallinien Späne ab, wodurch allgemein eine körperliche Spirale entsteht, eine ebene Fläche jedoch, wenn die Schaltbewegung für jede Drehung des Werkstückes geringer ist, als die Spanbreite beträgt. Regelmässig benutzt man die Drehung in letzterem Sinne und nennt alsdann die Arbeit das Plandrehen; schreitet das Werkzeug in einer zur Drehachse gleichlaufenden geraden Linie fort, so dass der Span in Schraubengestalt abgehoben wird, so spricht man von dem Gewinde- oder Schraubenschneiden auf der Drehbank, bezw. sofern die Schaltbewegung für jede Drehung die Spanbreite nicht überschreitet, von dem Schlichtdrehen walzenförmiger Gestalten und dem Ausbohren. Findet die Schaltbewegung nicht in einer der genannten, vorwiegend benutzten Weisen statt, und giebt man der Drehachse auch eine gewisse Beweglichkeit, so entstehen mannigfache andere Gestalten.

Das Drehen ist deshalb von so ausgezeichneter und wichtiger Anwendung, weil es das einfachste Mittel ist, Arbeitstücken die Gestalt von Umdrehungskörpern mit Genauigkeit, Sicherheit und Schnelligkeit zu geben. Ein Gegenstand ist, seiner Gestalt nach, als vollkommen gedreht anzusehen, wenn alle seine (senkrecht auf die Achse genommenen) Querschnitte richtige Kreise sind. Dieser Erfolg ist aber nur zu erreichen, wenn das Arbeitstück rund läuft und wenn die Schneide des Drehstahles, solange sie auf einen bestimmten Querschnitt wirkt, einen unveränderlichen Abstand von der Drehungsachse behauptet. Unter dem Rundlaufen versteht man eine solche drehende Bewegung, bei welcher die Drehungsachse unwandelbar mit der geometrischen Achse des Körpers zusammenfällt. Ein Körper kann demnach rund sein und doch nicht rund laufen (z. B. eine Walze, die sich um eine nicht durch die Mittelpunkte ihrer beiden Grundflächen gehende Linie dreht); umgekehrt kann man vom Rundlaufen eines Gegenstandes sprechen, der keine runde Gestalt hat (z. B. eines vierseitigen Prismas, dessen Drehungsachse die durch die Mittelpunkte seiner Grundflächen gelegte Gerade ist).

Wenn ein Körper nicht rund (unrund) läuft, so kann dies also darin liegen, dass die Lage seiner Drehungsachse in der Zeit einer Umdrehung Änderungen erleidet; oder darin, dass die Drehungsachse von der geometrischen Achse verschieden ist; oder in diesen beiden Umständen zugleich. Stimmt die Umdrehungsachse nicht mit der geometrischen Achse überein, so wird dem durch das Drehen selbst abgeholfen, wenn nur der Drehstahl die oben angedeutete feste Stellung behauptet; denn es wird dann an verschiedenen Stellen des Umkreises ungleich viel von dem Werkstück weggeschnitten, wie ja auch auf gleiche Weise ein nicht runder Körper durch das Abdrehen in einen runden verwandelt wird. Gegen eine Veränderlichkeit der Drehungsachse aber giebt es keine Abhilfe oder Ausgleichung; und es ist daher für genaue Arbeit unbedingt notwendig, dass der zu drehende Körper, solange seine Bearbeitung dauert, eine einzige und unabänderliche Drehungsachse behalte. Dieser Forderung ist nur schwierig zu genügen.

Ein Hindernis des genauen Runddrehens ist die Biegung oder Federung, welche bei langen und verhältnismässig dünnen Arbeitstücken durch den Druck des angreifenden Drehstahles entstehen kann, besonders wenn man letzteren zu stark angreifen lässt. Indem diese Biegung oder dieses Nachgeben an verschiedenen Stellen in ungleichem Masse stattfindet (z. B. bei einer an beiden Enden gehaltenen Welle am stärksten in deren Mitte), tritt in der That eine und zwar für verschiedene Stellen ungleich grosse, teilweise und vorübergehende Änderung der Drehungsachse (in bezug auf die geometrische Achse betrachtet) ein. — Ungleiche Härte des Stoffes, also ungleiche Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen des Drehstahles, kann, wenn sie auf einem und demselben Umkreise des Arbeitstückes vorhanden ist, eine Ursache des unvollkommenen Rund-

drehens sein, sobald hierdurch der Drehstahl vermocht wird, von den härteren Stellen zurückzuweichen. Daher sind genaue Gestalten leichter z. B. aus Gussstahl als aus dem ungleichförmigern Gärbstahle oder Schmiedeisen herzustellen. — Die unwandelbare oder feste Stellung des Drehstahles gegen die Drehungsachse der Arbeit kann nie erreicht werden, wenn man das Werkzeug mit der Hand hält; allein selbst bei Anwendung einer mechanischen Vorrichtung hierzu geschieht es leicht, dass der Zweck nicht vollkommen erreicht wird: wenn nämlich die Bauart der Vorrichtung nicht die nötige Unerschütterlichkeit gewährt. Der Widerstand, welchen das Werkstück gegen das Abdrehen leistet, bewirkt nur zu leicht ein Zittern oder Schwingen der Maschinenteile; da aber diese kleinen, oft sehr fühlbaren Bewegungen nur höchst zufällig Drehwerkzeug und Arbeitstück in gleichem Masse treffen können, so ist eine für Augenblicke veränderte Stellung beider gegeneinander die unvermeidliche Folge.

Es wird sich im Verlaufe der nächsten Auseinandersetzungen ergeben, durch welche Einrichtungen man das genaue Runddrehen möglich und erreichbar zu machen sucht. Hier sei noch die Rede von dem Mittel, durch welches die an gedrehten Arbeiten vorfallenden Unvollkommenheiten der Gestalt entdeckt werden können. Nachmessen der Abmessungen mit Zirkeln lässt nur grobe Fehler erkennen, die an sorgfältiger Arbeit nie vorkommen. Kleine, auf andere Weise nicht zu entdeckende Unrichtigkeiten zeigt aber der F ü h l h e b e l (I, 23) an. Es versteht sich von selbt, dass die Prüfung gedrehter Gegenstände mittels des Fühlhebels nur dort stattfindet, wo die äusserste Schärfe der Ausarbeitung nötig wird, wie z. B. bei den wichtigsten Bestandteilen (Zapfen und Kreisen) mathematischer und astronomischer Geräte u. s. w. — Der Fühlhebel ist seinem Wesen nach ein ungleicharmiger Hebel, dessen langer Arm etwa 30 bis 60 oder 100mal an Länge den kurzen Arm übertrifft. Letzterer ist von gehärtetem Stahle, glatt abgerundet und fein poliert; der lange Arm besteht aus Messing, und sein Ende dient als Zeiger auf einem willkürlich eingeteilten Gradbogen. Der ganze Hebel hat 15 bis 25 *cm* Länge und spielt in seinem Drehungspunkte auf feinen Zapfen, so dass die geringste Kraft ihn in Bewegung setzen kann. Eine schwache Feder drückt den Hebel ein wenig nach einer solchen Richtung, dass das Ende des kurzen Armes sich mit leichtem Drucke gegen einen ihm dargebotenen Gegenstand lehnt. Der Gebrauch des Fühlhebels ist ein dreifacher: a. Zur Prüfung eines gedrehten Gegenstandes auf sein genaues Rundlaufen und seine völlig runde Gestalt. Man befestigt den Fühlhebel mittels seines Gestelles dergestalt auf der Drehbank (und zwar auf dem später zu beschreibenden Schlitten), dass der kurze Arm den Umkreis des Arbeitstückes berührt, und lässt dann letzteres sich langsam um seine Achse drehen. Dabei darf der lange Arm des Fühlhebels (der jede Bewegung des kurzen Armes vielmal vergrössert auf dem Gradbogen sehen lässt) durchaus seine Stellung nicht ändern. Erfolgt eine Abweichung, so deutet die Seite, nach welcher hin sie stattfindet, an, ob die soeben mit dem Fühlhebel in Berührung stehende Stelle des Arbeitstückes zu weit von oder zu nahe an der Drehungsachse liegt; auch lässt die Grösse der Abweichung auf die Grösse des Fehlers schliessen. b. Zur Prüfung einer Walze oder eines Kegels, ob dessen Seitenlinie überall völlig gerade ist. Man lässt zu diesem Behufe den Fühlhebel (mittels der langen Schraube des Schlittens) gleichlaufend mit der Oberfläche des Arbeitstückes fortrücken, während letzteres in Umdrehung ist: jede zu dünne oder zu dicke Stelle wird durch eine Bewegung des Fühlhebels angezeigt. c. Zur Untersuchung von Scheiben, Rädern u. dgl., ob deren Flächen vollkommen eben und zugleich rechtwinklig gegen die Drehungsachse sind. Während ein solcher Gegenstand auf der Drehbank in langsamen Umgang gesetzt wird, führt man den Fühlhebel (dessen kurzer Arm an der zu prüfenden Fläche liegt) allmählich in der Richtung eines wagerechten Halbmessers von dem Mittelpunkte bis an den Umkreis, oder bei ringförmigen Körpern über die ganze Breite der Ringfläche. Auch hier muss der Fühlhebel ohne Störung seine anfängliche Stellung behaupten.

Die Hauptbestandteile der Drehbank sind: das Gestell nebst Docken,

die Spindel, die Auflage und die Bewegungsvorrichtung. Hierzu kommen noch die Drehwerkzeuge und die Befestigungsmittel dieser, wie des Werkstückes.

Das Gestell oder Bett besteht bei den meisten und gewöhnlichsten Drehbänken aus zwei langen, wagerecht liegenden, miteinander gleichlaufenden, auf ihren oberen Flächen sehr glatt und gerade abgerichteten Wangen, welche 1 bis 3 *m* oder mehr (zuweilen bis 9 *m*) in der Länge messen und auf einem zweckmässigen Unterbaue ruhen. Es sind die Wangen gewöhnlich von Gusseisen. Zuweilen bringt man statt der Wangen bei kleinen Drehbänken einen einzigen, 0,5 bis 1 *m* langen, drei- oder fünfseitigen eisernen Stab[1]) an.

Die Docken sind senkrechte Stützen von Gusseisen, welche auf den Wangen oder dem Prisma stehen. Zu einer vollständigen Drehbank gehören drei Docken: zwei davon stehen am Ende der Drehbank, links vom Arbeiter, unbeweglich (Vorderdocke, Hinterdocke); die dritte lässt sich längs der Wangen verschieben und in jeder nötigen Entfernung von den anderen beiden mittels eines Keiles, einer Schraube u. s. w. befestigen (Reitstock, fahrende Docke, Spitzdocke). Vorder- und Hinterdocke sind mit seltenen Ausnahmen in einem Stücke gegossen, welches man den Spindelkasten, Spindelstock oder die Spindeldocke nennt, und dienen zur Unterstützung der Spindel, Drehbankspindel, Laufspindel, einer genau abgedrehten, richtig rundlaufenden Achse von geschmiedetem Eisen oder Stahl. Die Lage der Spindel muss vollkommen wagerecht und gleichlaufend zu den Wangen sein. Es giebt zwei Hauptarten, die Spindel in den Docken zu lagern. Nach der ersten läuft sie in zwei metallenen, überall gleichweiten (bei kleinen Drehbänken aus Zinn mit Zusatz von Zink oder Antimon gegossenen, bei grossen aus Bronze, Gusseisen oder Stahl bestehenden) Lagern, von welchen jede Docke eins enthält; diese Einrichtung gewährt weniger Sicherheit des höchst genauen Rundlaufens. Nach der zweiten Art liegt die Spindel wenigstens am rechten, vorderen Ende in einem kegelförmigen Lager (S. 316); sie bildet jetzt die Regel.

Aus der Vorderdocke ragt immer nur ein kurzes Ende (Kopf) der Spindel hervor, welches gewöhnlich mit einem äusseren und einem inneren Schraubengewinde versehen ist. — Der Reitstock enthält den walzenförmigen oder prismatischen eisernen Reitnagel (die Pinne), dessen Achse genau in die Verlängerung der Spindel-Achse fallen muss, und welcher an dem der Spindel zugekehrten Ende mit einer kegelförmigen Spitze versehen ist. Der Reitnagel lässt sich in einer wagerechten Durchbohrung des Reitstockes verschieben und durch eine Druckschraube in jeder Lage feststellen. Oft ist es nötig, zu jener Verschiebung eine Führungsschraube anzuwenden, welche lang genug sein muss, um den Reitnagel einen Weg von 10 bis 30 *cm* durchlaufen zu lassen.

Die senkrechte Entfernung von der Oberfläche der Wangen bis an den Mittelpunkt (die Achse) der Spindel wird die Dockenhöhe oder Spitzenhöhe genannt und beträgt gewöhnlich zwischen 12 und 30 *cm*, zuweilen aber bis 60 *cm* und mehr; durch sie ist der Halbmesser des grössten Gegenstandes gegeben, welcher auf einer bestimmten Drehbank eingespannt und bearbeitet werden kann, wenn man nicht — wie häufig geschieht — in der Nähe des Spindelkopfes das Bett austieft oder kröpft. Die Höhe der Spindelachse über dem Fussboden beträgt durchschnittlich 1 *m*.

Die Vorrichtung, durch welche die Spindel in Umdrehung gesetzt wird, besteht, sofern Menschenkraft die Drehbank in Bewegung setzt, aus einem Rade, welches mit einer auf der Spindel angebrachten Rolle (Schnurwirtel) durch eine Schnur oder einen Riemen ohne Ende in Verbindung steht. Das Rad wird bei kleinen Drehbänken mittels einer Kurbel, einer Zugstange und eines Tretschemels von dem Arbeiter mit einem Fusse bewegt (daher: Fussdrehbank), und ist zu diesem Zwecke meistenteils unter, manchmal über der Drehbank

[1]) D. p. J. 1827, **24**, 214; 1845, **98**, 253 m. Abb.

angebracht. Der häufiger vorkommende Maschinenantrieb wird ebenfalls mittels Schnur oder Treibriemen auf die Spindel übertragen, bei grösseren Drehbänken mit Benutzung einer oder auch mehrerer Räderübersetzungen. Die erforderliche Geschwindigkeitsänderung wird in erster Linie durch verschieden grosse Riemrollen (Stufenrollen) bewirkt, von denen eine auf der Spindel steckt, während die andere an dem Vorgelege (Deckenvorgelege) angebracht ist. Nach Umständen findet eine weitere Regelung der Spindelgeschwindigkeit durch Benutzen der Rädervorgelege statt, wobei die Stufenrolle sich lose um die Spindel dreht. Das Ausserbetriebsetzen der durch Maschinenkraft angetriebenen Drehbänke erfolgt durch Verschieben des das Deckenvorgelege antreibenden Riemens auf eine sich lose um die Vorgelegewelle drehende Rolle. Hier findet sich zuweilen ein doppelter Antrieb, sodass man nach Bedarf die Drehbankspindel auch in einer ihrer gewöhnlichen entgegengesetzten Richtung sich drehen lassen kann.

An der Spindel werden, mit oder ohne Hilfe des Reitstockes, die zu bearbeitenden Gegenstände dergestalt befestigt, dass die Umdrehung der Spindel auf dieselben sich fortpflanzt. Man nennt diese Befestigung das Einspannen[1]), und bewirkt sie auf zwei wesentlich verschiedene Arten, zwischen welchen die Wahl durch die Gestalt des Arbeitstückes und die mit demselben vorzunehmende Bearbeitung bedingt wird. Wenn das Arbeitstück lang und verhältnismässig dünn ist, und nur auf seinem Umkreise abgedreht werden soll, so spannt man es zwischen Spitzen ein, wobei es an beiden Enden (einerseits von der Spindel, anderseits vom Reitstocke) gehalten wird. Gegenstände aber, die von geringer Länge oder von grossem Durchmesser sind, oder auf ihrer Endfläche bearbeitet werden müssen, erhalten bloss eine Befestigung an einem Ende (an der Spindel) und stehen übrigens frei.

Diese letztere Art zu drehen (Freidrehen, Drehen in freier Luft) wird für sehr genau sein sollende Metallarbeiten so viel als möglich vermieden, weil sie nie mit eben der Sicherheit und Genauigkeit das Rundlaufen des Gegenstandes gewährt, wie das Einspannen zwischen Spitzen.

Beim Drehen zwischen Spitzen wird das Arbeitstück auf seinen beiden Endflächen im Mittelpunkte mit einem trichterförmigen Grübchen versehen, welches man mittels einer kegelförmig zugespitzten Punze (eines Körners, I, 659, 667) einschlägt, oder — wenn es grösser sein muss — bohrt. Die Spitzen sind genau gedrehte Kegel von gehärtetem und gelb angelassenen Stahle; eine derselben befindet sich am Reitnagel, die andere wird in das vorderste Ende (den Kopf, S. 327) der Spindel eingeschraubt. Indem man das Arbeitstück mit den schon erwähnten Vertiefungen seiner Endflächen zwischen die Spitzen legt, bilden letztere die Endpunkte seiner Drehungsachse. Die Umdrehung der Spindel wird auf die Arbeit übertragen mittels eines Führers oder Mitnehmers (I, 580). Die Spitze am Reitnagel ist unbeweglich; jene an der Spindel dreht sich mit dieser. Läuft nun die Spindel richtig rund, so kommt dem äussersten Endpunkte der Spitze in der That gar keine Bewegung zu und daher sind die beiden Endpunkte der Drehungsachse unveränderlich, woraus

---

[1]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 4, S. 241, Bd. 5, S. 40, Bd. 8, S. 237, Bd. 10, S. 93 m. Abb.

D. p. J. 1839, **72**, 3; 1842, **85**, 419; 1854, **133**, 5; 1855, **138**, 83; 1874, **173**, 85 m. Abb.

gleiche Unveränderlichkeit für die Drehungsachse selbst folgt. Unter dieser Voraussetzung wird, wenn keine anderen Umstände störend einwirken, die gedrehte Arbeit genau rund werden. Da aber die Spindel wenigstens ein Lager hat, und in einem solchen das genaueste Rundlaufen schwer zu erreichen ist, wird die Spitze an der Spindel leicht eine geringe ausserachsige Bewegung machen, folglich ein Endpunkt der Drehungsachse, mithin diese Achse selbst, veränderlich sein, wodurch genaues Runddrehen unmöglich wird. Das völlige Rundlaufen kann mit Sicherheit nur dann erreicht werden, wenn beide Spitzen unbeweglich sind, d. h. wenn man zwischen festen Spitzen oder toten Spitzen dreht. In diesem Falle wird die Spindel mittels Druckschrauben in ihren Lagern unbeweglich gemacht und auf derselben eine lose aufgesteckte Mitnehmerscheibe angebracht, welche umgedreht wird und, durch den Mitnehmer, der Arbeit die drehende Bewegung mitteilt.

Zum Aufsuchen der Mittelpunkte auf den Endflächen der Werkstücke, bezw. zum Erzeugen der kegelförmigen Vertiefungen verwendet man besondere Werkzeuge (Mittelpunktssucher, I, 666), die nicht selten zu Ankörnmaschinen[1]) ausgebildet werden.

Ist ein langes Arbeitstück auf seiner Endfläche zu bearbeiten (z. B. in der Achse zu bohren), so lässt man dieses Ende, welches vorher kegelförmig abgedreht wird, in dem entsprechend gestalteten Lager einer Hilfsdocke (Lünette, Setzstock, Brille) laufen, das andere Ende aber wie sonst an der Spitze der Spindel; der Reitstock wird beseitigt. Eben solche oder ähnliche Brillen wendet man auch an, um beim Drehen langer und dünner Gegenstände dieselben an der Stelle zu stützen, wo durch den Druck des Drehstahles ein Nachgeben oder Ausweichen zu befürchten sein möchte.[2]) Hat ein Arbeitstück, wie dies zuweilen der Fall ist, an seinen Enden schon genau gedrehte Spitzen, so bringt man statt der Spitzen an der Spindel und dem Reitnagel kurze stählerne Stücke mit Grübchen an, in welche die Spitzen der Arbeit eingelegt werden. Die Grundlage des Drehens zwischen Spitzen bleibt hierbei ungeändert.

Arbeitstücke, welche nur an einem Ende befestigt werden können, verbindet man mit der Spindel durch ein Futter (I, 561, 583), wobei der Reitstock nicht gebraucht wird. Dieses Einspannen in Futtern (Einfuttern) findet jedoch zuweilen auch bei längeren Gegenständen statt, welchen man am anderen Ende zu besserer Haltung die Spitze des Reitnagels vorsetzt. Die Futter sind von Holz, Messing oder Eisen und von verschiedener Einrichtung, indem die Arbeit in denselben bloss durch Einklemmen oder durch Schrauben u. s. w. festgehalten wird; man schraubt sie auf das äussere Gewinde am vordersten Ende der Spindel. Futter, welche zum Einspannen verschieden dicker Arbeitstücke dienen (stellbare Futter), werden zuweilen so eingerichtet, dass die festhaltenden Teile (Backen) um so stärker aufgedrückt werden, je grösser der beim Drehen zu überwindende Widerstand ist.[3]) Flache, scheibenförmige Arbeiten

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1860, S. 746 m. Abb.
D. p. J. 1870, **197**, 378 m. Abb.; 1877, **225**, 343 m. Abb.; 1889, **271**, 250 m. Abb.
Engineering, Juni 1884, S. 504 m. Abb.

[2]) Polyt. Centralbl. 1852, S. 1313 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1886, S. 947 m. Abb.

[3]) Deutsche Industrie-Zeitung 1866, S. 504; 1867, S. 483; 1868, S. 194, S. 258; 1869, S. 415 m. Abb.

werden oft auf einer hölzernen Scheibe, die auf die Spindel geschraubt ist, mit Kitt (aus Kolophonium, etwas Terpentin und Ziegelmehl) befestigt, aufgekittet; andere kleine Stücke mit Zinnlot auf eine messingene Scheibe (Lötfutter) aufgelötet. Hohle Gegenstände (Ringe, Büchsen u. s. w.) steckt man, um sie äusserlich zu bearbeiten, auf ein volles Futter, auf welchem sie schon durch Reibung festsitzen. Recht nützlich ist für solche Fälle ein stählerner, zwischen Spitzen in die Drehbank zu legender Dorn, welcher durch verstellbare Keile für Arbeitstücke von verschiedenem inneren Durchmesser passend gemacht werden kann (I, 561, 582).

Zuweilen sind Gegenstände zu drehen, welche durch zur Achse gleichlaufende Schnitte in zwei, drei oder selbst mehrere Teile getrennt sein müssen. Sie nach dem Drehen zu zerschneiden, geht nicht an, weil der Sägeschnitt Abfall verursacht. Man arbeitet daher zuerst die Berührungsflächen der einzeln gegossenen oder geschmiedeten Teile völlig aus, heftet die letzteren mittels einiger Tropfen Zinnlot gehörig aneinander (ohne jedoch Lot in die Fugen selbst zu bringen), dreht das Ganze nach Erfordernis ab, und löst zuletzt sehr leicht die Verbindung wieder auf.

Die Auflage ist diejenige Vorrichtung, durch welche der Drehstahl unterstützt wird, während dessen Schneide das Arbeitstück angreift und Teile des Metalles (Drehspäne) wegnimmt.

Die jetzt ungebräuchliche Auflage für Hand-Drehstähle besteht aus einem Eisenstücke von der Gestalt einer Krücke oder eines T; der obere wagerechte Teil derselben ist es, auf welchen der Drehstahl zu liegen kommt, und dieser Teil muss eine Länge von 7 bis 20 *cm* besitzen, damit man das Werkzeug nach Erfordernis darauf fortrücken kann. Der senkrechte Teil oder Schaft lässt sich in einer Hülse auf und nieder schieben und durch eine Druckschraube in der erforderlichen Höhe befestigen. Jene Hülse steht, mit Drehbarkeit in wagerechter Ebene begabt, auf einem gabelförmigen Fusse, welcher quer über den Wangen der Drehbank liegt, sich nach der Länge derselben fortschieben, auch wagerecht herumdrehen und in der ihm gegebenen Lage befestigen lässt.

Durch diese Einrichtungen ist die Auflage folgender Bewegungen fähig: Verschiebung gleichlaufend mit der Spindel, um sie an jede beliebige Stelle des Arbeitstückes hinführen zu können; Schiebung rechtwinklig gegen die Spindel, damit man im stande ist, die Auflage immer nahe an den Umkreis der Arbeit zu setzen (die Auflage muss nämlich nahe an der Arbeit stehen, damit nur ein kurzes Ende des Drehstahles an dieser Seite über die Auflage, gegen die Arbeit hin, vorrage); senkrechter Hebung und Senkung, damit das Drehwerkzeug jedesmal in der angemessensten Höhe angreife; wagerechter Drehung, damit man die Auflage beim Drehen kegelförmiger Körper gleichlaufend zu deren Seite, und beim Drehen ebener Flächen rechtwinklig gegen die Spindel stellen kann.

An Stelle der beschriebenen Auflage ist jetzt allgemein die feste Auflage, das Stichelhaus oder der Support, getreten, welche längs fester Führungen (S. 314) meistens mittels Schrauben verschoben werden kann, und an welcher der Stahl oder Stichel unwandelbar befestigt wird. Gewöhnlich findet die Verschiebung des Stichelhauses mittels zweier, wagerecht an rechtwinklig sich kreuzenden Stabführungen beweglicher Schlitten statt; die Stabführung des unteren Schlittens ist um eine senkrechte Achse drehbar und das Ganze, mittels eines grösseren Schlittens, der Bettplatte, auf den Wangen der Drehbank in deren Längenrichtung verschiebbar.

Bei grossen Drehbänken, auf welchen lange Walzen u. s. w. abgedreht werden, verbindet man das Stichelhaus dergestalt mit der Drehbank, dass dasselbe nebst dem Schlitten, worauf es steht, durch eine Schraube (Leitspindel) oder eine Zahnstange, beide ebensolang wie die Wangen, von einem Ende der Drehbank bis zum anderen selbstthätig fortgeführt werden kann (Leitspindelbank). Jene Schraube erhält ihre Umdrehung durch eine Verbindung von gezahnten Rädern, durch welche sie mit der Spindel zusammenhängt, dergestalt, dass zwischen der Umdrehungsgeschwindigkeit des Arbeitstückes und der Fortschreitungsgeschwindigkeit des Drehstahles stets ein bestimmtes Verhältnis stattfindet. Die Zahnstange ist unbeweglich mit dem Gestelle verbunden und an ihr wälzt sich ein in der Bettplatte befindliches Getriebe fort, welches durch Räderverbindung von der Spindel aus umgedreht wird.

An einer Leitspindeldrehbank der grössten Gattung wurden von Hartig folgende Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Spitzenhöhe 325 *mm*, grösster Abstand der Spitzen (Spitzenweite) 2,55 *m*, Bettlänge 4,24 *m*, Zahl der dem Arbeitstück mitzuteilenden (durch Stufenscheiben und Rädervorgelege zu verändernden) verschiedenen Geschwindigkeiten 8 (von 2,31 bis 88,2 Umdrehungen minutlich), stündliche Leistung beim Abdrehen einer gusseisernen Scheibe von 786 *mm* Durchmesser 5 *kg* zerspantes Metall bei 16 *cm* Schnittgeschwindigkeit sekundlich, 0,61 *mm* Schnittbreite (Zuschiebung für eine Umdrehung), 2 *mm* Schnitthöhe, also 1,22 *qmm* Spanquerschnitt, Arbeitsverbrauch im Leergang 0,05 Pferdestärken, im Arbeitsgang 0,47 Pferdestärken, Gewicht der Maschine 3300 *kg*.

Zur Beschleunigung der Arbeit und um dem Ausbiegen des Arbeitstückes unter dem Drucke des Drehstahles vorzubeugen, werden manchmal an demselben Stichelhaus oder auf mehreren desgl. zwei gleichzeitig wirkende und einander gegenüber stehende (die Arbeit zwischen sich habende) Stähle angebracht: Doppeldrehbank.[1]) Um zwei Eisenbahnwagenräder, welche bereits auf ihrer Achse befestigt sind, gleichzeitig abzudrehen, gebraucht man Drehbänke (Räderdrehbänke) mit zwei voneinander unabhängigen oder (ähnlich der Doppeldrehbank) mit vier Sticheln.[2]) Zuweilen wird eine noch grössere Stichelzahl gleichzeitig verwendet.

Die Drehstähle, Drehstichel, welche beim Drehen aus freier Hand gebraucht werden, sind sehr mannigfaltig gestaltet[3]), haben aber z. Z. jede Bedeutung verloren.

Die Drehstähle, welche man im Stichelhaus gebraucht[4]), sind von anderer und nicht so mannigfaltiger Art, wie jene aus freier Hand zu führenden. Meist sind es bloss Grabstichel, Spitzstähle und Schlichtstähle, oder sie haben doch mehr oder weniger Ähnlichkeit mit diesen. Man hat übrigens gerade und gebogene (gekröpfte), letztere um in Höhlungen oder Vertiefungen zu drehen. Man versieht sie nicht mit Heften, schleift sie vielmehr oft an beiden Enden an, um sie doppelt gebrauchen zu können. Zur Ersparung von Stahl kann man sich eines Werkzeughalters[5]) bedienen, in welchen dann die kleinen Stichel gespannt werden (I, 593).

---

1) D. p. J. 1850, **118**, 405 m. Abb.; 1879, **234**, 177 m. Abb.

2) D. p. J. 1856, **142**, 9 m. Abb.
Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1886, S. 50 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1887, S. 31 m. Abb.

3) Holtzapffel, Turning u. s. w., Bd. 2, S. 520, 523 m. Abb.
Prechtl, Technolog. Encykl. 1833, Bd. 4, S. 389 m. Abb.

4) Holtzapffel, Turning u. s. w., Bd. 2, S. 527 m. Abb.
Prechtl, Technolog. Encykl. 1833, Bd. 4; 1859, Ergänzungsband 2, S. 569 m. Abb.

5) D. p. J. 1868, **187**, 285 m. Abb.; 1869, **194**, 192 m. Abb.; 1879, **231**, 14 m. Abb., **233**, 29 m. Abb.

Alle Drehstähle sind gut gehärtet und gelb angelassen; die einzige Ausnahme hiervon machen die aus hartem Gusseisen in eisernen Schalen gegossenen Dreheisen, deren man sich (der Wohlfeilheit wegen) auf den Eisenwerken zum Abdrehen grosser Gusswaren bedient. So wie diese die gröbsten von allen Drehwerkzeugen sind, so gebraucht man oft zum letzten Abdrehen der allerfeinsten Gegenstände, selbst von gehärtetem Stahle, Diamantsplitter, welche in Eisen oder Messing gefasst und mit Schlittenführung angewendet werden. Dies ist namentlich der Fall bei Vollendung der stählernen Zapfen an mathematischen Geräten, wo — um die genaueste Rundung zu erhalten und das nachher nötige Glattschleifen der Zapfen soviel wie möglich zu ersparen — mittels des Diamantes Spänchen abgedreht werden, welche dem freien Auge kaum sichtbar (nur etwa $^1/_{80}$ *mm* dick) sind. — Die Zuschärfungswinkel an den verschiedenen Drehstahl-Arten wechseln zwischen 40 und 90°; am gewöhnlichsten findet man Schneidwinkel von 60 bis 70°. Nach den Versuchen von Joessel[1]) ist der Verbrauch an mechanischer Arbeit für die Gewichtseinheit zerspanten Metalles am kleinsten, wenn der Zuschärfungswinkel beim Abdrehen von Schmied- und Gusseisen 51°, beim Abdrehen der Bronze 66° beträgt. Schlichtstähle mit rechtwinkliger Schneide (90°) sind jedenfalls nur geeignet, einen sehr zarten Span abzunehmen, gerade dadurch aber zum Fertigdrehen oft sehr zweckmässig. Übrigens hängt die Wirkungsweise eines Drehstahles (und jedes Schneidwerkzeuges überhaupt) nicht allein von dem Zuschärfungswinkel seiner Schneide, sondern wesentlich auch von deren Stellung gegen die Arbeitsfläche ab (I, 380) — wie man ja z. B. mit einer Messerklinge schaben und schneiden kann, je nachdem man sie hält. Der sogenannte Anstellungs- oder Ansatzwinkel (Winkel zwischen Arbeitstück und Rückseite des Stahles) hat am besten eine Grösse von 3—4°.

Wichtig ist die Kühlung der Stichel, namentlich, wenn zähere Metalle (insbesondere Stahl, Schmiedeisen, Kupfer, Blei) bearbeitet werden (I, 385). Man fördert sie teils dadurch, dass man die Ableitung der entstehenden Wärme durch das Werkzeug ins Stichelhaus u. s. w. durch möglichst grosse Querschnitte erleichtert, teils durch sogenannte Schmiermittel. Zu dem Zwecke werden neuerdings den Drehbänken kleine Schleuderpumpen angefügt, welche einen stetigen Strom kalten Wassers auf die Arbeitsstelle werfen.

Das Abdrehen grosser Gegenstände auf ihrer ebenen Fläche (z. B. Räder, Scheiben, Platten u. s. w.) erfordert eine Drehbank von etwas eigentümlicher Bauart (Scheibendrehbank, Plandrehbank)[2]). An dem Kopfe der Spindel ist nämlich eine grosse, öfters bis zu 5 *m* im Durchmesser haltende, mit vielen Spalten oder Löchern versehene gusseiserne Scheibe (Planscheibe) angebracht, auf welcher die Arbeitstücke mittels Schraubbolzen mit hakenförmigen Köpfen oder Spanneisen befestigt werden; die erwähnten zahlreichen Öffnungen der Scheibe gestatten eine solche Versetzung der Bolzen, dass sie jederzeit an Stellen, wo sie nicht dem Abdrehen hinderlich sind, eingesetzt werden können. Häufig sind auch die Planscheiben so eingerichtet, dass das Arbeitstück von drei oder vier Klauen festgehalten wird, welche in Schlitzen verschiebbar sind und durch Schrauben verstellt werden können (I, 586).[3])

Sofern die Planscheibe nicht über 1,2 *m* Durchmesser hat, ist die Drehbank wie gewöhnlich mit ein Paar Wangen versehen, welche jedoch nur kurz sind, wenn man nicht etwa auch lange Walzen auf der nämlichen Bank abzudrehen beabsichtigt. Ist aber die Scheibe sehr gross (wodurch eine unpraktisch-

[1]) Z. d. V. d. I. 1866, S. 97.
[2]) D. p. J. 1845, **95**, 170; 1858, **149**, 331; 1875, **217**, 279 sämtl. m. Abb. Z. d. V. d. I. 1887, S. 31 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1864, **173**, 85; 1867, **183**, 260; 1885, **257**, 54 m. Abb.

Höhe der Spindeldocke erforderlich sein würde), so fehlen die Wangen; es ist dann, gegenüber dem Gestelle mit der Spindeldocke, ein abgesondertes Gestell für den Werkzeugträger vorhanden, und die Planscheibe reicht zwischen beiden Gestellen in eine Vertiefung des Fussbodens hinab. Zu grösserer Sicherung der gegenseitigen Lage des Werkzeugträgers gegenüber dem Spindelstock setzt man häufig beide auf einen kräftigen Rahmen, dessen Aussparung natürlich den für Planscheibe und Werkstück erforderlichen freien Raum darbieten muss.[1])

An einer Planscheiben-Drehbank mittlerer Grösse wurden folgende Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Durchmesser der Planscheibe 1,415 *m*, Durchmesser des grössten abzudrehenden Stückes 1,70 *m*, Zahl der (mittels Stufenscheiben und dreifachem Rädervorgelege zu erzielenden) Drehungsgeschwindigkeiten des Arbeitstückes 12 (von 3,14 bis 140 Umdrehungen minutlich), stündliche Leistung beim Abdrehen einer gusseisernen Welle von 242 *mm* Durchmesser 8,68 *kg* zerspantes Eisen bei 82 *mm* Schnittgeschwindigkeit sekundlich, 1 *mm* Schnittbreite, 5 *mm* Schnitthöhe, Arbeitsverbrauch im Leergang 0,38 Pferdestärken, im Arbeitsgang 0,92 Pferdestärken, Gewicht der Maschine 4500 *kg*.

Giebt man der Planscheibendrehbank an Stelle des Reitstockes einen zweiten Spindelstock und rüstet auch diesen mit einer Planscheibe aus, welche durch Räderwerke in gleicher Richtung und gleich schnell wie die erste in Umdrehung versetzt wird, so erhält man die zum Abdrehen der Reifen an den Rädern der Eisenbahnwagen gebräuchlichen Räderdrehbänke[2]), auf denen sonach das Arbeitstück an beiden Enden die erforderliche Drehung empfängt, daher nicht infolge seiner Elasticität unter Einwirkung des Stahles in schädliche Erschütterungen geraten kann.

Bei jeder Art des Drehens ist die angemessene Umlaufsgeschwindigkeit des Arbeitstückes ein Punkt, auf welchen sorgfältig geachtet werden muss, da eine zu geringe Geschwindigkeit das Geschäft verzögert, eine zu grosse teils ungemein rasch die Drehstähle abstumpft, teils durch entstehendes Zittern der Genauigkeit und Sauberkeit der Arbeit schadet. Kleine Gegenstände von Messing oder Eisen können beim Drehen aus freier Hand, wobei nur feine Späne fallen, etwa 100 bis 150 Umdrehungen in einer Minute machen; Arbeiten aus (grauem) Gusseisen giebt man nicht gern eine grössere Umfangsgeschwindigkeit als 7 bis 8 *cm* sekundlich. Wenn Schmiedeisen gedreht wird, kann die Geschwindigkeit etwas grösser (10 bis 11 *cm* in der Sekunde) sein. Messing und Bronze gestatten eine raschere Bewegung (15 bis 20 *cm* sekundlich); dagegen muss diese bei Stahl auf 4 bis 5 *cm* und bei weissem Gusseisen (Hartguss) auf 1 bis 2 *cm* vermindert werden. Bei vorstehenden Angaben ist zugleich zu bemerken, dass der Drehstahl während jeder Umdrehung der Arbeit gewöhnlich um 0,5 bis 1,5 *mm* fortrückt. Übrigens richtet sich die Geschwindigkeit der Umdrehung einigermassen, und die Breite wie die Dicke des abzunehmenden Spanes hauptsächlich, nach der zu Gebote stehenden Betriebskraft ebensowohl, als nach der Grösse und dem mehr oder weniger standhaften Baue der Drehbank, desgleichen nach der Natur der auszuführenden Bearbeitung.

Für eigentümliche Zwecke erleidet die Drehbank besondere Abänderungen. In dieser Beziehung mag folgendes angeführt werden:

a. Zum Nachdrehen der Achsschenkel an Eisenbahnwagenachsen, auf welchen die Räder sitzen, ist die Drehbank sehr zu vereinfachen, indem man die Achse zwischen zwei Spitzen legt und den Treibriemen ohne weiteres über eins der beiden Räder legt.[3])

b. Zum Abdrehen langer dünner Stangen, welche zu biegsam sind,

---

[1]) Engineering, Febr. 1886, S. 128 m. Schaub.

[2]) Wiebe, Skizzenbuch 1873, Heft 1, Bl. 3 u. 4. D. p. J. 1879, **234**, 177 m. Abb. Engineering, Aug. 1879, S. 148 m. Schaub. Portef. économ. des machines, Sept. 1874, Taf. 44. Z. d. V. d. I. 1887, S. 31 m. Abb.

[3]) Zeitschr. d. Arch. u. Ingen.-Ver. für Hannover 1862, S. 343.

um auf die gewöhnliche Weise zwischen Spitzen gedreht zu werden, kann der sogenannte Drehschlitten[1]) dienen, ein Werkzeugträger, welcher ganz nahe am Drehstahle mittels zweier hölzerner Backen das Arbeitstück umfasst und so dessen Ausweichen verhindert. Die Fortrückung des Schlittens wird ohne eigene Führungsschraube dadurch bewirkt, dass die von der Spitze des Drehstahles entstehenden feinen schraubenförmigen Drehringe sich in die Holzbacken eindrücken und darin eine Art seichten Gewindes erzeugen, mittels dessen das Arbeitstück selbst als Führungsschraube wirkt. — Vollkommener ist allerdings das Verfahren, den Werkzeugträger einer Leitspindeldrehbank (S. 331) mit einer Brille (S. 329) so zu verbinden, dass letztere das Arbeitstück in nächster Nähe des Drehstahles umfasst.

c. Zum Ausdrehen der Kaliber (S. 180) an Stabeisenwalzen von Eisenhartguss ist eine besondere Einrichtung des Werkzeugträgers angegeben worden, welche (unter Berücksichtigung der Grösse des hier zu überwindenden Widerstandes) auf höchste Unerschütterlichkeit des Drehstahles berechnet wurde.[2])

d. Wenn die hohle Gestalt eines zu drehenden Gegenstandes erfordert, dass der Drehstahl in einer Kreisbogenlinie sich bewege, so besitzt der Werkzeugträger eine um ihren Mittelpunkt mittels Schraube ohne Ende drehbare Scheibe, auf welcher der Stahl befestigt ist. Dies kommt z. B. vor beim Drehen der Schleifschalen für optische Gläser. — Zum Abdrehen der gewölbten Stirnflächen an Riemenscheiben sind für Drehbänke mit Leitspindel (S. 331) verschiedene Einrichtungen angegeben worden, um die Bogenbewegung des Stahles durch dessen angemessenes Vorrücken und Zurückziehen senkrecht gegen die Spindelache, während seines Fortschreitens gleichlaufend zu letzterer, zu erreichen.[3])

e. Kugeldrehen. Man bedient sich eines Werkzeugträgers, der sich um eine senkrechte, durch die Mitte der zu erzeugenden Kugel gehenden Achse drehen lässt.[4]) Oder man wendet unter Benutzung eines gewöhnlichen Drehstahles eine Einspannvorrichtung an, welche das Arbeitstück um zwei sich rechtwinklig durchschneidende Achsen gleichzeitig in Drehung versetzt.[5])

f. Bei einer Drehbank zum Abdrehen von Kreisabschnitten[6]) wird die Spindel mittels Verzahnung um einen bestimmten Bogen vor- und rückwärts umgedreht.

Verwandt hiermit ist das Abdrehen solcher Zapfen, welche so mit Werkstücken verbunden sind, dass die volle Drehung gegenüber dem Stichel unmöglich ist (mit einem Kreuzkopf aus einem Stück gegossene Kreuzkopfzapfen, Zapfen der Steuerruder u. s. w.). Man kann die vorliegende Aufgabe dadurch lösen, dass man zunächst durch Hin- und Herdrehen des Werkstückes einen Teil des Zapfenumfanges dreht und demnächst mit einem geeignet gekröpften Stichel den Rest bearbeitet. Es lassen sich aber auch beide Stichel gleichzeitig anwenden. Immerhin gewinnt man auf diesem Wege nur bei äusserster Vorsicht einen gut runden Zapfen.

g. Wellen werden nach amerikanischem Vorgange jetzt vielfach in folgender Weise gedreht. Eine besondere Maschine (oder verschiedene derselben) dient zum Richten, Ankörnen und Abstechen der Enden; die Drehbank hat sonach nur die walzenförmige Fläche zu bilden. Sie dreht sich zwischen toten Spitzen und wird zunächst durch einen links belegenen Mitnehmer bethätigt. Von rechts nach links verschiebt sich der Werkzeugträger, welcher mehrere Stichel enthält, so dass ein Durchgang für die Fertigstellung der Welle genügt. Sind die Stichelträger dem Mitnehmer nahe gekommen, so wird dieser zur Seite

---

[1]) D. p. J. 1844, **94**, 134. Z. d. V. d. I. 1857, S. 313 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1861, **160**, 252 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1887, **185**, 270 m. Abb. Civilingenieur 1871, S. 331 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1888, S. 967 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1838, **70**, 98 m. Abb.
[5]) Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1872, S. 243 m. Abb. Engineering, Mai 1884, S. 392 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1860, **158**, 404 m. Abb.

geschoben, während an dem rechtsseitigen Ende ein Mitnehmer in Thätigkeit tritt. Es sollen auf diesem Wege von einer Drehbank in 10 Arbeitsstunden 70 *m* Wellen von 5 *cm* Dicke fertig zu stellen sein.[1])

h. Unrunde Querschnitte werden auf der Drehbank teilweise mittels des Ovalwerks erzeugt. Man beabsichtigt beim Ovaldrehen dem bearbeiteten Gegenstande eine solche Gestalt zu geben, dass alle seine Querschnitte elliptisch sind. Dies erreicht man zuweilen durch Anwendung einer eigentümlichen Einspannvorrichtung, welche als eine Art desjenigen Ellipsenzirkels anzusehen ist, bei welchem zwei Füsse des Zirkels auf zwei sich rechtwinklig durchschneidenden Bahnen zu laufen gezwungen sind, wonach der dritte Fuss in der Ebene dieser Bahnen eine Ellipse beschreibt; denkt man sich den Zirkel festgehalten und dafür die Platte bewegt, welche jene beiden Bahnen enthält, so ist hierdurch die gegensätzliche Bewegung des Zirkels zur Platte nicht geändert. Verbindet man daher das Arbeitstück mit der Platte und ersetzt den dritten Zirkelfuss durch einen Drehstahl, so leuchtet die Möglichkeit ein, diesem Arbeitstück eine elliptische Querschnittsform zu erteilen. — Die Einspannvorrichtung (das Ovalwerk)[2]) kann an dem Dockendrehstuhl wie an jeder gewöhnlichen Drehbank angebracht werden, die dann in Beziehung auf diesem Gebrauch den Namen Oval-Drehbank erhält. Sie besteht aus einer stark gebauten messingenen oder eisernen Planscheibe, welche auf das vordere Ende der Drehbankspindel aufgeschraubt wird und in ihrer vorderen Fläche einen geraden Schieber enthält. Auf dem Mittelpunkte dieses Schiebers wird mittels gewöhnlicher Futter die Arbeit befestigt. Die Spindel ist (hinter dem Ovalwerke) von einem eisernen, kreisrunden Ringe umgeben, der mittels zweier Schrauben auf der vorderen Fläche der Vorderdocke befestigt und mehr oder weniger ausserachsig (in bezug auf die Spindel) gestellt werden kann. Zwei Ansätze des schon erwähnten Schiebers umfassen den Ring an entgegensetzten Punkten; durch diese Veranstaltung muss der Schieber sich bei jeder Umdrehung einmal hin- und einmal herschieben.

Koch und Müller haben das Ovalwerk wesentlich dahin vervollkommnet[3]), dass es auch tauglich ist zum Erzeugen anderer als ovaler Gestalten. Es entstehen, wie weiter oben erörtert worden ist, die unrunden Querschnitte dadurch, dass die Entfernung zwischen Stichelspitze und Werkzeugachse sich ändert, während das Werkstück sich dreht. Das ist zu erreichen durch Änderung der Lage der Werkstückachse, aber auch dadurch, dass diejenige der Werkzeugspitze geändert wird. Letzteres gelingt nun mittels einfacherer Einrichtungen als ersteres, weshalb das Unrunddrehen mit unveränderlicher Lage der Werkstückachse jetzt vorgezogen zu werden pflegt.[4])

Das Drehen solcher Gegenstände, deren Drehachse nicht durch ihren Schwerpunkt geht, macht eine Gewichtsausgleichung nötig, welche oft recht unbequem, jedenfalls aber meistens umständlich anzubringen ist. Man hat, in Berücksichtigung dieses Umstandes, Plandrehbänke oder Drehmaschinen gebaut, deren Spindel senkrecht steht. Der in Rede stehende Zweck wird zweifellos erreicht, auch der für sehr schwere Werkstücke wertvolle Vorteil gewonnen, dass deren Gewicht unmittelbar auf

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1886, S. 558.
Glaser's Annalen für Gewerbe- und Bauwesen, Febr. 1885, S. 61.

[2]) Geissler's Drechsler, Bd. 2, S. 60, Bd. 3, 2. Abt., S. 42 m. Abb.
Samml. v. Zeichn. f. d. Hütte 1866, Taf. 10.
D. p. J. 1868, **187**, 458 m. Abb.; 1879, **231**, 130 m. Abb.; 1881, **240**, 16 m. Abb., **241**, 99 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1876, **219**, 394 m. Abb.

[4]) Grafenstaden, D. p. J. 1869, **192**, 445 m. Abb., **193**, 169 m. Abb.
E. Schiess, D. R. P. No. 1276.
Brunk & Voss, D. p. J. 1881, **239**, 341 m. Abb.
Reinecker, D. p. J. 1883, **250**, 443 m. Abb.

den Spurzapfen der stehenden Spindel übertragen wird. Dagegen erscheinen diese Maschinen bedenklich hinsichtlich der Gefährdung der Arbeiter.[1])

Der Arbeitsverbrauch der Drehbänke ist nach der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, G \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen, worin N_0 den Arbeitsverbrauch im Leergang bezeichnet, G die in einer Stunde zerspante (abgedrehte) Metallmenge in Kilogrammen, ε den Arbeitswert für den bearbeiteten Stoff, d. h. der für 1 *kg* stündlich abgedrehtes Metall entfallende Verbrauch an mechanischer Arbeit in Pferdestärken, dessen Wert anzunehmen ist zu

$\varepsilon = 0{,}069$ Pferdestärken für Gusseisen,
$\varepsilon = 0{,}072$ " " Schmiedeisen,
$\varepsilon = 0{,}104$ " " Stahl.

Diese Werte sind kleiner, als die entsprechenden bei den Hobelmaschinen angeführten, was wahrscheinlich dem Umstande zuzuschreiben ist, dass beim Abdrehen (vom Plandrehen abgesehen) wegen der gewölbten Gestalt der erzeugten Oberfläche ein leichteres Abfliessen der Späne eintritt, als beim Abhobeln, wie denn auch Arbeitstücke von kleinem Durchmesser sich leichter abdrehen lassen, als solche von grossem Durchmesser. Das Spangewicht G ist in jedem besonderen Falle unmittelbar zu beobachten, der Wert N_0 durch Versuche zu ermitteln oder aus anderweiten Beobachtungswerten[2]) zu entnehmen.

Schraubengewinde an gedrehten Arbeiten, vorzüglich wenn diese von etwas bedeutendem Durchmesser oder hohl und dünnwandig sind (so, dass sie dem Drucke eines Gewindebohrers oder der Backen einer Kluppe nicht widerstehen könnten), werden auf der Drehbank mittels sogenannter Schraubstähle (Strehler) geschnitten. Man erzeugt auf diese Weise nie andere als scharfe Gewinde und selten solche von bedeutender Länge.

Der Schraubstahl ist ein Drehstahl, statt der Schneide eine Anzahl spitziger und scharfer Zähne enthaltend, deren Gestalt und Grösse dem Durchschnitte der Schraubengänge entspricht. Man unterscheidet auswendige Schraubstähle und inwendige: erstere werden auf der äussern Oberfläche der Arbeitstücke gebraucht und rechtwinklig gegen die Umdrehungsachse angehalten, daher ihre Zahnreihe quer am äussersten Ende des Werkzeuges steht; die anderen gebraucht man zum Schneiden der Muttergewinde im Innern der Höhlungen, sie werden gleichlaufend mit der Umdrehungsachse angelegt und ihre Zähne stehen deshalb seitwärts. Ein auswendiger und ein inwendiger Stahl, mit übereinstimmenden Zähnen, gehören immer zusammen und für jedes verschiedene Gewinde ist ein besonderes Paar Schraubstähle erforderlich.

Die Verfertigung der Schraubstähle geschieht auf verschiedene Weise[3]), am besten mittels einer gehärteten stählernen Scheibe von etwa 25 bis 35 *mm* Durchmesser und 12 *mm* Dicke, deren Aussenfläche mit dem erforderlichen Schraubengewinde bedeckt und überdies mit schrägen Kerben versehen ist. Man spannt dieselbe in der Drehbank ein und lässt sie um ihre Achse laufen, während der Schraubstahl angehalten wird, in welchen sich so die Zähne nach und nach einschneiden, da die erwähnten Kerben ähnlich wie bei einem Meisterbohrer (I, 427) schneidige Ecken oder Kanten darbieten.

---

[1]) The Engineer, Oct. 1885, S. 315 m. Schaub. (für 6 *m* Werkstückdurchm.)
Iron, Jan. 1885, S. 47 m. Schaub.
Engineering 1888, S. 186 m. Schaub.
Z. d. V. d. I. 1888, S. 617 m. Abb. (für 10 *m* Werkstückdurchm.)
D. p. J. 1888, **267**, 15, 17 m. Schaub.

[2]) Hartig, Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, Leipzig 1873, S. 191.

[3]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 4, S. 413 m. Abb.

Wenn ein Schraubstahl unbeweglich an die Arbeit gelegt wird, so eht er ebensoviele in sich selbst zurückkehrende Furchen ein, als er hne enthält. Damit ein Schraubengewinde entstehe, muss gleichzeitig t der Umdrehung entweder die Arbeit oder der Stahl gleichlaufend r Drehungsachse verschoben werden. Die Richtung dieser geradlinigen wegung bestimmt, ob das entstehende Gewinde ein rechtes oder linkes rd. Beträgt die Schiebung während jeder vollen Umdrehung gerade viel wie die Breite eines Zahnes am Stahle, so entsteht ein einfaches winde, dessen Ganghöhe der Breite der Zähne gleich wird; dies ist die entliche und richtige Anwendungsart der Schraubstähle. Würde man er die Schiebung schneller oder langsamer einrichten, so kann nur bei em einfachen Verhältnisse derselben zur Zahnbreite ein allenfalls brauchres Gewinde entstehen, sonst bloss eine unnütze Masse von schraubenig gewundenen Furchen.

Bei der Verfertigung der Schrauben durch Schraubstähle auf der Drehbank d immer nur ein kurzes Stück des Gewindes (von höchstens 2 *cm* oder wenig rüber in der Länge) auf einmal geschnitten, und dabei macht die Drehbankndel eine angemessene Anzahl von Umdrehungen in der gewöhnlichen Richıg. Hat die Schiebung ihr Ende erreicht, so muss die Spindel mit der Arbeit enso oft rückwärts umlaufen, wobei der Schraubstahl ein wenig von der Arbeit gezogen wird; dann fängt die erste Bewegung wieder an u. s. f., bis das Gende tief genug und völlig ausgeschnitten ist. Wird eine grössere Länge selben erfordert, so erreicht man diese durch Fortsetzung, indem man den hraubstahl auf die zunächst anstossende Stelle bringt und dort in gleicher eise wirken lässt.

Die Ursache dieses zeitraubenden und leicht die vollkommene Gleichheit es Gewindes beeinträchtigenden Verfahrens ist, dass man wegen praktischer Hindernisse weder der Spindel mit dem daran befestigten Arbeitstücke eine chiebung von bedeutender Länge zu erteilen, noch auch den Schraubstahl auf ine grosse Strecke mit Sicherheit in unveränderter Lage gegen die Umdrehungsachse fortbewegen kann.

Die Einrichtungen zum Schraubenschneiden auf der Drehbank sind, wie schon aus einer oben gemachten Andeutung hervorgeht, von zweierlei Art, je nachdem nämlich der Drehbankspindel nebst dem Arbeitstücke, oder dem Schraubstahle die schiebende Bewegung erteilt wird.

a. Wenn der Spindel die Schiebung gegeben werden muss, so beschreibt jeder Punkt auf dem Umkreise derselben (durch die vereinigte Wirkung der Umdrehung und Schiebung) eine Schraubenlinie, und gleiches ist der Fall mit dem Arbeitstücke. Der Schraubstahl wird dabei unbeweglich angehalten. Um die schraubende Bewegung der Spindel zu erzeugen, bringt man gewöhnlich auf derselben ein Stück eines bestimmten Schraubengewindes, eine sogenannte Patrone (Schraubenpatrone) an, welcher der gebrauchte Schraubstahl hinsichtlich der Feinheit seiner Zähne entsprechen muss. Die Länge der Patrone beträgt 12 bis 30 *mm* und umfasst 8 bis 16 Gewindgänge. Unter der Patrone wird ein Stück mässig harten, allenfalls mit Hutfilz bekleideten Holzes (Register) festgelegt, in welches die Gänge der Patrone sich eindrücken, sodass die Spindel bei ihrer Umdrehung genötigt ist, sich auf der Unterlage wie in einer Mutter zu schrauben. Begreiflicherweise wird hierzu erfordert, dass die Spindel walzenförmige Zapfen besitzt, wodurch solche Drehbänke zum Drehen sehr genauer Arbeiten weniger tauglich werden (vergl. S. 327). An älteren Drehbänken findet man wohl noch die Einrichtung, dass 6 bis 12 Patronen mit verschiedenen Gewinden auf den zwischen Vorder- und Hinterdocke befindlichen Teil der Spindel selbst geschnitten sind (Schraubenspindel, Patronenspindel)[1].

[1] Geissler, Drechsler, Bd. 2, S. 39 m. Abb.

Dadurch wird aber die letztere unverhältnismässig lang und schwer, läuft auch deshalb leichter unrund und ist mühsam zu verfertigen. Jetzt zieht man es daher immer vor, am hintersten Ende der Spindel jedesmal nur die eben nötige Patrone aufzustecken, indem man die Patronen als besondere Stücke in Gestalt kurzer messingener Röhren, welche äusserlich das Gewinde enthalten, verfertigt.

b. Erteilt man dem Schraubstahle die schiebende Bewegung, so darf die Spindel der Drehbank nur wie gewöhnlich rund umlaufen und man behält den Vorteil, sie am hinteren Ende durch eine Spitze unterstützen zu können. Übrigens kann die Führung des Stahles entweder aus freier Hand geschehen, (wobei aber grosse Übung des Arbeiters vorausgesetzt wird und dennoch nie ein genaues und schönes Gewinde entsteht) oder durch einen Mechanismus, der die Schiebung in gehörigem Verhältnisse mit der Umdrehung der Spindel bewirkt.

Im letzteren Falle bedient man sich teils einer auf der Spindel angebrachten Schraubenpatrone in Verbindung mit Hebeln, Rädern u. dgl., teils mancherlei anderer Vorrichtungen, die aber alle ziemlich selten vorkommen. Leicht kann eine Vorrichtung angebracht sein, durch welche es möglich wird, mit geringer, augenblicklich zu bewerkstelligender Änderung des Mechanismus, Gewinde von jedem beliebigen Grade der Feinheit zu schneiden, wenn man die dazu passenden Schraubstähle besitzt oder in deren Ermangelung einen einfachen Zahn (spitzen Drehstahl) gebraucht.[1])

Zur Massenherstellung kleiner Kopfschrauben aus Rundstahl sind neuerdings besondere kleine Drehbänke (Revolver- oder Stahlwechsel-Drehbänke) in Gebrauch gekommen, bei denen an einem drehbaren Werkzeugträger sämtliche erforderliche Werkzeuge (Drehstähle, Schneidkluppen u. s. w.) untergebracht sind, welche der Reihe nach an dem kreisenden Arbeitstück zur Wirkung gebracht werden können.[2])

Ähnliche Maschinen dienen nicht allein zur Ausbildung der Gewinde (z. B. an Hähnen u. dgl.), sondern auch zu sonstiger Gestaltung der betreffenden Werkstücke.[3])

Längere Schrauben werden auf der Drehbank geschnitten, indem man das Werkstück in gewöhnlicher Weise zwischen die Spitzen einspannt (eine mit Gewinde zu versehene Mutter in ein Futter) und den Stichel durch die Leitspindel (S. 331) für jede Umdrehung des Werkstückes um die Ganghöhe des zu erzeugenden Gewindes verschieben lässt.

Die Gestalt des Stichels entspricht natürlich dem Querschnitt des zu erzeugenden Gewindes. Man lässt ihn nicht gern stark angreifen, weil sonst leicht Erschütterungen entstehen, welche der Schönheit und Genauigkeit des Gewindes nachteilig sind. Hat der Stahl die ganze Länge des Gewindes durchlaufen, so zieht man ihn ein wenig zurück, führt den Werkzeugträger durch umgekehrte Drehung der Leitspindel (oder durch Auslösung der Leitspindel-Mutter und Benutzung einer dazu angebrachten Zahnstange mit Getriebe) wieder auf den Anfangspunkt seines Weges, stellt den Zahn weiter vor und wiederholt

[1]) Geissler, Drechsler, Bd. 2, S. 43 m. Abb.
D. p. J. 1826, **21**, 108 m. Abb.

[2]) Armengaud, Publ. industr., Bd. 17, S. 382 m. Abb., Bd. 27, S. 385 m. Abb.
Engineering, Aug. 1883, S. 193 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1879, **233**, 100 m. Abb.; 1882, **244**, 430 m. Abb.

die Arbeit, was so oft geschehen muss, bis das Gewinde ausgeschnitten (vollendet) ist. Zur Erleichterung dieses Verfahrens werden oft besondere Vorrichtungen angewendet[1]), die nicht selten selbstthätig den Stichel vor- und zurückschieben, sowie den Leerlauf und Arbeitsgang regeln.[2])

Die Drehung der Leitspindel erfolgt von der Laufspindel oder Arbeitsspindel aus, mittels Räder, die, um die Drehung der verlangten Ganghöhe anpassen zu können, auswechselbar sind (Wechselräder)[3]); man benutzt wohl zum raschen Auffinden der zutreffenden Zähnezahlen eine Art Rechenschieber.[4])

Da ein spitziger Schneidzahn, wie die Darstellung eines scharfen Gewindes ihn voraussetzt, schnell abgestumpft wird, so schneidet man solche Gewinde anfangs mit einem Zahne, dessen Spitze gebrochen (durch eine kurze gerade Schneidkante weggenommen) ist, und gebraucht nur zuletzt einen spitzigen Zahn, um den einspringenden Winkel der tiefen Gewindgänge zu vollenden. Zweckmässig ist es, den Schneidstahl aus einem Stück Rundstahl herzustellen, welches leicht so eingespannt werden kann, dass auch für Schrauben von verschiedenem Steigungswinkel die Schneide die richtige Stellung erhält.

Die Genauigkeit der erzeugten Gewinde hängt — alle übrigen Einflüsse ausser Acht gelassen — von der Richtigkeit der Leitspindel ab; denn letztere ist immer die Grundlage des neu geschnittenen Gewindes, selbst wenn dieses eine abgeänderte Feinheit (Ganghöhe) darbietet. Da nun aber die Herstellung einer höchst genauen Leitspindel — bei der erforderlichen bedeutenden Länge derselben — fast als praktisch unmöglich angesehen werden kann, so darf man auch den Anspruch völliger Richtigkeit an die auf den gewöhnlichen Maschinen geschnittenen Schrauben nicht machen. Gleiches Bedenken erhebt sich mehr oder weniger gegen alle bisher beschriebenen Verfertigungsarten der Schrauben, bei welchen (wie bei den Kluppen, bei den Patronen-Drehbänken u. s. w.) ein schon vorhandenes Gewinde zu Grunde liegt. Allein wenn letzteres nur wenige Gänge enthält, so ist leichter es mit grosser Genauigkeit darzustellen. Um lange Schrauben mit möglichster Genauigkeit zu verfertigen, würde daher die Aufgabe sein: entweder gar kein Schraubengewinde als Grundlage dabei anzuwenden, oder doch nur ein Gewinde mit wenigen Gängen, welches auf das sorgfältigste ausgearbeitet sein müsste.[5]) In letzterer Beziehung ist von Ramsden[6]) folgende Vorrichtung erfunden worden, um sehr genaue Schrauben (z. B. zu Einteilungs-Maschinen für gerade Linien) hervorzubringen. Eine mittels Kurbel umzudrehende stählerne Achse, worauf sich einige, sehr genau gearbeite, Schraubengänge befinden, setzt als Schraube ohne Ende eine grosse messingene Scheibe und zugleich durch eine Verbindung von zwei Zahnrädern das Werkstück in Umdrehung, welches zur Schraube geschnitten werden soll. Mit der erwähnten grossen Scheibe ist gleichachsig eine kleinere Scheibe verbunden, um deren Umkreis sich bei der Drehung eine dünne und sehr biegsame Uhrfeder aufrollt. Letztere zieht hierbei den Werkzeugschlitten nach sich und führt so den Schneidstahl längs der in Arbeit befindlichen Spindel fort. Durch gehöriges Verhältnis der Abmessungen aller Teile bewirkt man leicht, dass ein Gewinde von beliebiger Feinheit herauskommt. Namentlich ist einzusehen, dass — alles übrige als unveränderlich angenommen — das Gewinde desto feiner ausfallen muss, je kleiner die Scheibe mit der Uhrfeder ist, je weniger weit sie also, während eines bestimmten Teiles der Umdrehung, den Stichel von seiner Stelle bringt. Résener[7]) leitet die Stichelschiebung (unter gänzlicher Vermeidung einer Leit-

[1]) Arzberger, D. p. J. 1872, **203**, 172 m. Abb.
Wohlenberg, Z. d. V. d. I. 1886, S. 562 m. Abb.
[2]) Engineering, Jan. 1873, S. 56 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 260 m. Abb.
D. p. J. 1883, **248**, 155 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1885, **255**, 420 m. Abb.
[4]) Schweiz. polyt. Zeitschr. 1866, S. 4.
[5]) Vergl. Z. d. V. d. I. 1885, S. 260.
[6]) Nicholson, prakt. Mechaniker, a. d. Engl., Weimar 1826, S. 335 m. Abb.
[7]) D. p. J. 1869, **193**, 116 m. Abb.

spindel oder Schraube) von der Drehung der Laufspindel mittels eines schief gestellten Lineales ab, welches durch Räderübersetzung eine langsame Verschiebung senkrecht zur Drehungsachse empfängt.

β. Der Stichel kreist.

Grössere Gegenstände, insbesondere wenn deren Gestalt das Umlaufen auf der Drehbank erschwert, zieht man häufig vor, ruhen zu lassen, während der Stichel im Kreise gedreht, also ähnlich wie bei den Hobelmaschinen (S. 318) verfahren wird. Der Vorgang ist im übrigen derselbe wie beim Kreisen des Werkstücks; es wird denn auch die betreffende Arbeit häufig Drehen, dagegen in manchen Fällen Ausbohren genannt. Ersterer Name ist besonders dann gebräuchlich, wenn von der Umfläche, letzterer wenn von der hohlen Fläche eines Drehkörpers Späne abgenommen werden.

Man bedient sich für den vorliegenden Zweck oft besonderer Maschinenanordnungen, oft aber der Drehbank, welche durch geeignete Hilfseinrichtungen entsprechend vervollständigt wird.

In einfachster Weise dient diesem Zweck eine Stange (Bohrstange), welche zwischen die Spitzen der Drehbank gespannt und mittels des Mitnehmers umgedreht wird. In einem Loche derselben ist ein Stichel (ein Zahn) befestigt, der mit seiner Schneide so viel hervorragt, dass letztere einen Kreis verlangten Durchmessers beschreibt. Wenn man nun ein hohles Werkstück von entsprechender Weite, welches vorher über die Bohrstange geschoben und z. B. auf der Bettplatte befestigt worden ist, langsam gegen den Zahn schiebt, während dieser sich dreht, so zerschneidet der Zahn das in Späne, was ihm in den Weg kommt, d. h. er bohrt bezw. dreht das Loch des Werkstückes auf die betreffende Weite aus. Wenn grössere Weiten ausgebohrt werden sollen, so befestigt man wohl zunächst einen Kopf auf der Bohrstange, welcher den Zahn, oder auch mehrere Zähne oder Stichel trägt. Um ebene Flächen des Werkstückes abzudrehen, welche winkelrecht zur Bohrung desselben liegen, verbindet man mit der Bohrstange einen winkelrecht hervorragenden Arm, an welchem ein Stichelhaus mit Stichel in der Richtung des Halbmessers zu verschieben ist (den Schwärmer). Es dient der Schwärmer z. B. allgemein zum Abdrehen der Flantschen oder Krämpen derjenigen Dampfstiefel, welche mit Hilfe der Bohrstange ausgebohrt worden sind.[1])

Obgleich man die in Rede stehenden Arbeiten auf der Drehbank (unter Zuhilfenahme der Bohrstange und nach Umständen des Bohrkopfes und des Schwärmers) auszuführen im stande ist, so spricht doch gegen diese Benutzung der Drehbank, dass kostbare Teile derselben unbenutzt bleiben müssen, solange man die Bohrstange benutzt. Die letztere kann mit einfacheren Mitteln bethätigt werden, wenn man nichts weiter will, als die Verwendung der Bohrstange auf der Drehbank bietet: es ist nur nötig, die Bohrstange gehörig zu lagern, sie in geeigneter Weise umzudrehen und den Bohrkopf längs der Stange, bezw. das Stichelhaus am Schwärmerarm so, wie die Schaltbewegung verlangt, zu verschieben. Das wird erreicht durch die selbstthätige Bohrstange[2]),

[1]) Z. d. V. d. I. 1888, S. 753 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1838, **69**, 184 m. Abb.; 1845, **197**, 6 m. Abb.; 1878, **230**, 8 m. Abb.; 1883, **247**, 64 m. Abb, 65 m. Abb.; 1888, **267**, 584 m. Abb.
Prakt. Masch.-Constr. 1884, S. 214 m. Abb.; 1886, No. 19 m. Abb.
Engineering, Febr. 1888, S. 186 m. Schaub.
Z. d. V. d. I. 1888, S. 753 m. Abb.

deren Lager oft ohne weiteres am Werkstück befestigt, oder auf eine Platte gesetzt werden, die zum Befestigen des Werkstücks dient. Die selbstthätige Bohrstange wird sowohl stehend als liegend angewendet. Letztere Anordnung ist wegen der bequemeren Lagerung im allgemeinen beliebter, ersterer gebührt aber dann der Vorzug, wenn bei besonders grosser Weite der Bohrung ein Durchbiegen der Werkstückswandung zu besorgen steht.

Die so gekennzeichnete selbstthätige Bohrstange führt auch wohl den Namen Ausbohrmaschine, Cylinderbohrmaschine.

Die Geschwindigkeit der Umdrehung bei den Ausbohrmaschinen soll nicht zu gross sein, damit kein starkes Zittern (Dröhnen) entsteht und die Schneiden sich nicht zu sehr erhitzen, wodurch sie ihre Härte einbüssen würden. Man kann, der Erfahrung zufolge, als Regel annehmen, dass die Umfangsgeschwindigkeit der Schneiden beim Bohren gusseiserner Cylinder 4 bis 5 *cm* in der Sekunde betragen darf, wonach für jeden Durchmesser der Bohrung die Umdrehungszeit leicht berechnet werden kann.

Die geradlinige Fortrückung der Bohrschneiden (die Zuschiebung) kann im allgemeinen so angenommen werden, dass sie $^1/_{2500}$ der Umfangsgeschwingigkeit beträgt; die Bestimmung ist als ein Mittelwert anzusehen, welcher namentlich bei geringem Durchmesser der Bohrung oft überschritten wird, sodass man z. B. für Höhlungen von 8 *cm* Durchmesser wohl 0,5 *mm* Zuschiebung auf jeden Umgang stattfinden lässt. — Beim Ausbohren anderer Metalle wird die sekundliche Geschwindigkeit der Bohrschneiden in ihrer Kreisbewegung etwa folgendermassen zu bestimmen sein: weisses Gusseisen (Hartguss) 0,5 bis 1 *cm*, Stahl 2 bis 3 *cm*, Messing und Bronze 10 bis 15 *cm*.

An einer kleinen Cylinderbohrmaschine wurden von Hartig die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Spindelhöhe 50 *cm*, grösste Länge des zu bohrenden Cylinders 1,3 *m*, Durchmesser der Bohrspindel 20 *cm*, Ganghöhe der Leitspindeln 6,4 *mm*, minutliche Umdrehungszahl des Bohrkopfes 3, Zuschiebung des Bohrkopfes für jede Umdrehung desselben 0,8 *mm*; stündliche Leistung bei Ausbohrung eines Cylinders von 43 *cm* lichter Weite $G = 2{,}96$ *kg* Gusseisen, zerspant, und zwar bei 3,5 *mm* Schnitthöhe, 0,8 *mm* Schnittbreite, 68,5 *mm* sekundlicher Umfangsgeschwindigkeit; Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}007$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}207$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 350 *kg*.

Allgemein kann man den Arbeitsverbrauch einer Ausbohrmaschine nach der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, G \text{ Pferdestärken}$$

berechnen, worin

N_0 den Arbeitsverbrauch des Leergangs

G das Gewicht des stündlich zerspanten Metalls bedeutet und

$$\varepsilon = 0{,}034 + \frac{0{,}13}{f} \text{ Pferdestärken}$$

der Arbeitswert für Gusseisen, aus dem Querschnitt f *qmm* zu berechnen ist, d. h. der auf 1 *kg* stündlich zerspanten Gusseisens entfallende Betrag an Nutzarbeit in Pferdestärken.

Die selbstthätige Bohrstange wird zur liegenden Bohrmaschine, (Horizontal-Bohrmaschine), wenn sie so eingerichtet ist, dass man den Abstand der Bohrstangenmitte von der Platte, an welcher das Werkstück befestigt wird, verschieden gross einstellen kann und vielleicht ausserdem winkelrecht zu dieser Verschiebbarkeit und winkelrecht zur Bohrstange eine gegensätzliche Verschiebbarkeit vorgesehen ist.

Es kann die Einstellbarkeit des Abstandes der Bohrstange von dem Aufspanntisch erreicht werden durch senkrechte Verstellbarkeit des letzteren[1]) oder durch das Höher- oder Tieferlegen der Bohrstange.[2]) In letzterer Anordnung findet man die liegenden Bohrmaschinen für die gewaltigsten Gegenstände angewendet und oft mit mehreren Bohrstangen versehen.

In manchen Fällen wird der Schwärmer an das ausserhalb der Lager einer Welle hervorragende Ende einer Welle gesteckt und dort befestigt; der kreisende und allmählich in der Richtung des Halbmessers fortschreitende Stichel ist sodann geeignet zur Bearbeitung einer ebenen Fläche ohne Loch. Man nennt alsdann die Maschine z. B. Fräsmaschine, wie überhaupt manche mittels der Bohrstange, bezw. liegenden Ausbohrmaschine ausgeführte Arbeiten als Fräsarbeiten bezeichnet werden.

Bildet man die Welle an dem den Stichel tragenden Ende zur Röhre aus, sodass das Werkstück, soweit es bearbeitet werden soll, in ihr Raum findet, so kann man mittels des kreisenden Stichels den erwähnten Werkstückteil an seiner Aussenfläche abdrehen. Hiervon wird z. B. Gebrauch gemacht beim Abdrehen der Schildzapfen[3]), Schildzapfen-Drehbank, beim Nachdrehen der Kurbelwarzen an den Triebrädern der Lokomotiven[4]), beim Abstechen der Röhren[5]) und Abdrehen der Zapfen gekröpfter Wellen.[6]) Die den letzteren drei Zwecken dienenden Vorrichtungen besitzen keine Welle mehr; letztere ist vielmehr durch eine kurze Röhre, bezw. Ring ersetzt.

Der kreisende Stichel kommt auch zur Anwendung, wenn nur ein Bogenteil bearbeitet werden soll, indem der Stichel in dem Bogen hin- und zurückbewegt wird.

c. Fräsen[7]), Sägen, Schleifen.

Der kennzeichnende Unterschied der in der Überschrift genannten Arbeitsverfahren, gegenüber denjenigen, welche den Einzelstichel benutzen (Hobeln, Bohren, Drehen) besteht darin, dass eine grössere Stichel-, bezw. Schneidenzahl (beim Schleifen eine sehr grosse Zahl kleiner Spitzen) zur Wirkung kommt, dass aber diese stetig kreisenden Schneiden nur längs eines Teils der von ihnen beschriebenen Bögen von dem Werkstück Späne abnehmen (I, 415, 434, 438). Sie unterscheiden sich ferner von dem Feilen und dem schon behandelten Sägen und Schleifen dadurch, dass die gegensätzliche Bewegung zwischen Werkzeug und Werkstück durch feste Bahnen, beziehungsweise Drehung um feste Achsen gelenkt wird.

Die Dicke der abzunehmenden Späne ist jederzeit eine geringe; man kann daher, ohne den Kraftbedarf zu sehr zu steigern, verhältnismässig breite Späne abnehmen lassen, auch bietet, wegen der Dünnheit der Späne, der Abfluss solcher Späne, welche keinen flachen Querschnitt haben, weit

[1]) D. p. J. 1888, **267**, 583 m. Abb.
[2]) Annales industr., Okt. 1884, S. 541 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1884, S. 958 m. Abb.
[3]) Wiebe, Skizzenbuch, Heft 15, Taf. 3, 5.
[4]) Polyt. Centralbl. 1864, S. 439 m. Abb.
D. p. J. 1888, **267**, 337 m. Abb.
[5]) Z. d. V. d. I. 1882, S. 100 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1858, **150**, 161; 1888, **268**, 337 m. Abb.
[7]) Prechtl, Technolog. Encyklop. 1861, Ergänzungsbd. 3, S. 166 m. Abb.

geringere Schwierigkeiten als bei Verwendung des Einzelwerkzeugs, welches einen dickeren Span abhebt. Die Vorzüge der in Rede stehenden Bearbeitungsweise finden sich daher zunächst da, wo reichere Gestaltungen auszubilden sind, welche dem Einzelwerkzeug Schwierigkeiten machen. Dem steht sofort der Nachteil gegenüber, dass der Arbeitsaufwand, bezogen auf 1 *kg* in der Zeiteinheit zerspanten Metalls, grösser ist.

Die Benutzung des Fräsers wird durch den Umstand erschwert, dass die zahlreichen Schneiden desselben genau in ein und derselben Drehfläche liegen müssen; Herstellung wie Erhaltung derselben erfordern deshalb einen weit höheren Kostenaufwand, als die Einzelwerkzeuge bedingen.

Die meisten Fräser bestehen aus einem Stück Stahl, an welchem die Schneiden durch Eingraben entsprechend gestalteter Furchen gebildet sind (I, 434). Sehr grosse Fräser werden aber durch Einfügen der Zähne in Öffnungen eines Fräskopfes gebildet.

Fig. 73 stellt die Befestigungsart der Zähne für einen Radfräser dar, welche einer Erläuterung nicht bedarf, und Fig. 74 zeigt in Schnitt und Ansicht

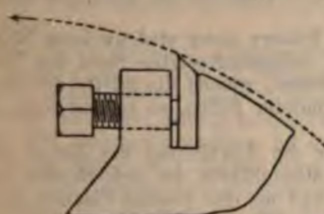
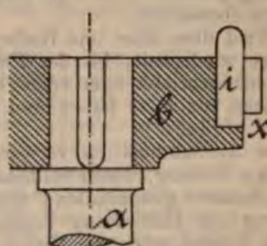


Fig. 73.



einen Kronenfräser mit eingesetzten Zähnen *i*. *a* ist die Welle, *b* der Fräskopf, in dessen Einschnitten die Zähne *i* mittels Schrauben festgehalten werden. Die Zähne setzen sich nun mit ihrem Fuss auf eine genau gedrehte Fläche *x*, sodass, wenn erstere genau gleichartig (mittels eines besonderen Hilfsgerätes) angeschliffen sind, die Schneiden genau gleichweit von der Fläche *x* abstehen, also in einer gemeinsamen, zur Achse der Welle *a* winkelrechten Ebene liegen. Das entspricht den Anforderungen, indem diese Kronenfräser ausschliesslich zur Erzeugung solcher Ebenen dienen, welche winkelrecht zur Achse der Welle *a* liegen. Von mancher Seite wird der Befestigung der Zähne mittels Schrauben diejenige durch Keile vorgezogen.

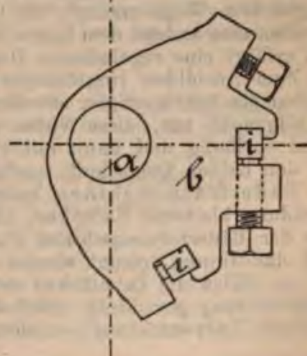


Fig. 74.

Die Genauigkeit der Schneiden, welche aus dem Körper des Fräsers selbst gebildet sind, gewinnt man durch besondere Führungseinrichtungen der Werkzeugschleifmaschinen (s. w. u.).

Schleifsteine sind verhältnismässig leicht rund, bezw. eben zu erhalten; sie nutzen sich aber weit stärker ab, als die Fräser und verursachen hierdurch andere Schwierigkeiten, bedingen insbesondere, wenn

sie zur Erzeugung genauer Flächen dienen, ein nur ganz leichtes Angreifen.

So hängt die Entscheidung über die Frage, welche Bearbeitungsweise, bezw. welches Werkzeug für eine vorliegende Arbeit den Vorzug verdient, von zahlreichen Umständen ab, sodass sie nur von Fall zu Fall getroffen werden kann.

Die Bewegung der in Rede stehenden Werkzeuge bedingt im allgemeinen mechanische Vorrichtungen, sodass sie als Handwerkzeuge nur in Ausnahmsfällen benutzt werden können; sie sollen daher hier, und zwar, weil ihre Anwendung für Sonderzwecke eine ausserordentlich verschiedenartige ist, nur in Übersicht in ihrer Anwendung durch Maschinen erörtert werden.

Nutenfräsmaschinen, d. h. Maschinen, welche zum Ausbilden der Wellenkeilnuten dienen[1]), bestehen, ausser einer Vorrichtung zum Festhalten des Werkstückes, aus einem Fräser, der einem Centrumbohrer ohne Spitze gleicht (I, 434), in einer gut gelagerten Welle, mit welcher er sich dreht, befestigt ist und in der Längenrichtung der Welle geradlinig verschoben wird. Jeder Weg des Fräsers gegenüber dem Werkstück beseitigt eine Spanschicht, bezw. vertieft die Nut um ebensoviel.

Wird diese Hin- und Herbewegung des Fräsers unter stufenweisem Nähern so lange wiederholt, bis der Fräser an der entgegengesetzten Seite des Werkstücks hervorbricht, oder erzeugt man zwei Nuten, welche die Hälfte der Werkstückdicke zur Tiefe haben und genau aufeinander fallen, so spricht man vom Keillochfräsen.[2])

In Ausnahmefällen verwendet man für die Ausbildung der Nuten radförmige Fräser, deren Schneiden auf der Mantelfläche der betreffenden stählernen Scheibe gleichlaufend mit der Achse und an den ebenen Flächen in der Richtung der Halbmesser liegen (I, 435, Fig. 438). Die Enden mittels eines solchen Fräsers erzeugter Nuten laufen aus, wenn sie nicht bis zum betreffenden Werkstückende sich erstrecken; es fehlt ihnen hier die scharfe Begrenzung. Die schraubenförmigen Nuten der Schraubenbohrer (I, 405) werden auf gleichem Wege erzeugt, wie die geraden Nuten; nur ist die Gestalt der Schneiden eine andere, dem Querschnitt dieser Nuten angemessene und das Werkstück erfährt eine regelmässige Drehung.[3])

Zum Ausbilden ringförmiger Nuten (z. B. den Seilrollennuten) dient zuweilen ein bohrerartiger, zuweilen ein radförmiger Fräser. Man zieht jedoch fast allgemein vor, diese Nuten auf der Drehbank mit einem gewöhnlichen Stichel vorläufig und dann mit einem Formstichel, welcher den ganzen oder doch den halben Querschnitt ausfüllt, endgültig auszubilden.

Räderfräsmaschinen haben zur Zeit hauptsächlich Bedeutung für die Ausbildung kleinerer Radzähne, nachdem Radzähne grösserer Abmessungen mit Hilfe der Räderformmaschinen (S. 129) in hoher Vollkommenheit unmittelbar durch das Giessen erzeugt werden können. Die Gestalt der Fräser ist radförmig; sie füllen die Zahnlücken der Stirnräder völlig aus und werden in deren Längenrichtung geradlinig verschoben. Regelmässig ist die Räderfräsmaschine mit einer Teilvorrichtung versehen, mittels welcher der gleiche Abstand der

---

[1]) D. p. J. 1875, **216**, 301 m. Abb.; 1884, **253**, 15 m. Abb.; 1888, **268**, 526 m. Abb.
Prakt. Masch.-Constr. 1887, S. 251 m. Abb.
Engineering, Juli 1886, S. 9 m. Schaub.

[2]) Revue industr., Juli 1881, S. 264 m. Abb.
Engineering, Juni 1885, S. 692 m. Abb.

[3]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1823, Bd. 4, S. 413 m. Abb.
D. p. J. 1882, **243**, 293 m. Abb.

Zähne ohne Umstände genau gewonnen werden kann.[1]) Es sind auch selbstthätige Räderfräsmaschinen, d. h. solche im Gebrauch, welche nach einmaliger Einstellung sämtliche Zahnlücken eines oder mehrerer Räder ohne Beihilfe des Arbeiters erzeugen.[2])

Kegelradfräsmaschinen können aus leicht erkennbaren Gründen die den Kegelradzähnen zukommende Gestalt niemals genau wiedergeben.

Wurmradfräsmaschinen sind mit einem schraubenförmigen Fräser ausgerüstet.

Der Fräser dient zuweilen zum Ersatz des Drehstichels, indem z. B. das Werkstück um eine bestimmte Achse langsam umgedreht wird, während man den kreisenden Fräser dem Werkstück entgegen, bezw. demselben entlang führt.

So fräst man in Ausnahmefällen Schraubengewinde[3]), Zapfen gekröpfter Wellen[4]) u. dgl. mehr.

Ebenso werden in gewissen Fällen ebene Flächen gefräst statt sie zu hobeln.

Man nennt die betreffenden Maschinen Planfräsmaschinen[5]) und versieht sie meistens mit dem Kronenfräser (S. 343). Wird dieser durch einen anderen Fräser ersetzt, so lassen sich mit derselben Maschine andere Gestalten ausbilden.

An einer grösseren Fräsmaschine zur Bearbeitung ebener Flächen wurden von Hartig die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: des grössten Arbeitstückes Höhe 29 *cm*, Länge 2,1 *m*; Fräskopf eine mit 12 schräg angeschliffenen und schräg eingesetzten Rundstählen versehene Scheibe; Durchmesser des Zahnspitzenkreises 32 *cm*, Zuschärfungswinkel der Schneiden 55°, Anstellungswinkel 35°; mittels eines dreiläufigen Stufenscheibenpaares kann der Fräskopf drei verschiedene Geschwindigkeiten erhalten (4,9 bis 10,5 Umdrehungen minutlich); die Zuschiebung des Arbeitstückes für jede Umdrehung des Fräskopfes kann von 0,52 bis 2,93 *mm* verändert werden; grösste stündliche Leistung $G = 4{,}28$ *kg* Gusseisen, abgefräst bei 3,8 *mm* Schnitthöhe, 0,24 *mm* Schnittbreite, 190 *mm* Schnittlänge, 85 *mm* sekundlicher Schnittgeschwindigkeit; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}27$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}67$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 4000 *kg*. Allgemein kann der Arbeitsverbrauch solcher Fräsmaschinen gesetzt werden

$$N = N_0 + \varepsilon . G \text{ Pferdestärken,}$$

worin N_0 den Arbeitsverbrauch im Leergang, G die stündlich abgefräste (zerspante) Metallmenge bezeichnet und ε den Arbeitsverbrauch für 1 *kg* Spangewicht stündlich; für Gusseisen ist zu setzen

$\varepsilon = 0{,}07$ Pferdestärken bei mittelscharfen Schneiden,
$\varepsilon = 0{,}24$ „ bei Abfräsung der Gusshaut.

---

[1]) Leupold, Theatrum machinarum, 1725, Taf. XV.
Thiout, Traité de l'horlogerie, Paris 1741, Bd. 1, S. 42 m. Abb.
Berthoud, Essai sur l'horlogerie, Paris 1763, Bd. 2, S. 322 m. Abb.
D. p. J. 1877, **223**, 445 m. Abb.; 1878, **230**, 126 m. Abb.; 1879, **232**, 322 m. Abb., 490 m. Abb.; 1883, **250**, 59 m. Abb.; 1887, **264**, 545 m. Abb.; 1888, **268**, 106 m. Abb.

[2]) Z. d. V. d. I. 1887, S. 1143 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1881, **240**, 346 m. Abb.

[4]) The Engineer, Nov. 1884, S. 391 m. Schaub.

[5]) Z. d. V. d. I. 1882, S. 101 m. Abb.
The Engineer, Jan. 1883, S. 72 m. Schaub.; Nov. 1885, S. 400 m. Schaub.
Iron, April 1884, S. 353 m. Schaub.
D. p. J. 1877, **225**, 419 m. Abb.; 1882, **244**, 188 m. Abb.; 1885, **255**, 503 m. Abb., **256**, 19 m. Abb.
Engineering, Nov. 1887, S. 522 m. Schaub.

Der Wert von N_0 bewegt sich in den Grenzen 0,10 bis 0,55 Pferdestärken; das Spangewicht G ist in jedem Falle durch unmittelbare Beobachtung zu bestimmen.

Während die Fräsmaschine für die Bearbeitung solcher Flächen, welcher die Drehbank, bezw. die Hobelmaschine gewachsen ist, nur in besonderen Fällen den Vorzug verdient, kommt sie fast allein in Frage, wenn die zu erzeugenden Flächen weder durch gerade noch durch kreisförmige Linien beschrieben werden können. Es wird sodann die erzeugende Linie durch den Längenverlauf der Fräserschneiden, die Leitlinie aber freihändig (durch die Schrauben der Kreuzschlittenführung) oder selbstthätig (durch Lehren) beschrieben.

Im letzteren Falle drückt man den Schlitten, welcher das Werkstück trägt, oder nach Umständen die Lagerung des Fräsers so gegen die Lehre, dass der vermittelnde Führungsstift oder eine Rolle stets mit der Lehre in Berührung bleibt.[1])

Zahlreich sind die allgemeinen oder Universal-Fräsmaschinen[2]), welche ihren Namen dadurch erhalten haben, dass sie vermöge entsprechender Hilfswerkzeuge befähigt sind, sehr verschiedenartige Arbeiten auszuführen. Sie werden an Zahl der Formen weit überragt durch die für ganz bestimmte Gestalten und Grössen eingerichteten Fräsmaschinen.

Der Schleifstein mit fester gegensätzlicher Führung zwischen Werkstück und Werkzeug hat nur Bedeutung für die Bearbeitung sehr harter Metalle (gehärteter Stahl, Hartguss).

Er ist z. B. gebräuchlich zum Bearbeiten der Hartgusswalzen[3]), zum Nacharbeiten gehärteter Maschinenteile[4]), vor allem zum Schleifen der Schneidwerkzeuge. Bemerkenswert sind von letzteren insbesondere die Schleifvorrichtungen für Fräser, Reibahlen und Bohrer, weil bei diesen Schneidwerkzeugen zwei oder mehrere Schneiden unter sich genau gleich sein müssen.

Fig. 75 stellt allgemein das für Fräser und Reibahlen gebräuchliche Verfahren dar.[5]) Das Werkstück F ist zwischen Spitzen (S. 316) oder auf andere Weise so gelagert, dass man es genau um seine Achse zu drehen vermag. Stützt man nun die Brust eines Zahnes auf den Rand eines an A befindlichen Plättchens und hat der Schleifstein S eine bestimmte Lage, so ist sowohl der Halbmesser der Schneide, als auch ihr Ansatzwinkel i fest bestimmt. Es genügt sonach, zur Erzielung der verlangten Gleichförmigkeit jede folgende Schneidenbrust auf dieselbe von A getragene Kante zu legen und den Schneidenrücken von dem in dieselbe Lage gebrachten Schleifstein bearbeiten zu lassen. Sofern die Schneiden schraubenförmig verlaufen, ist nur dafür zu sorgen, dass, während F in seiner Achsenrichtung am Schleifstein entlang geführt wird, die Brust der betreffenden Schneide mit der stützenden Kante stets in Fühlung bleibt. Wie man mit Schneiden, die an der ebenen Fläche eines Fräsers, oder solchen, welche

[1]) Z. d. V. d. I. 1885, S. 830 m. Abb.; 1887, S. 1141 m. Abb.
D. p. J. 1886, **261**, 286 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1876, **219**, 205 m. Abb.; 1877, **225**, 135 m. Abb., **226**, 468 m. Abb.; 1878, **229**, 511 m. Abb.; 1879, **231**, 104 m. Abb.; 1882, **244**, 427 m. Abb.; 1884, **252**, 498 m. Abb., **254**, 16 m. Abb.; 1887, **263**, 16 m. Abb.; 1888, **268**, 106 m. Abb., **270**, 398 m. Abb.
Prakt. Masch.-Constr. 1874, S. 370 m. Abb.; 1884, S. 214 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 512 m. Abb., S. 829 m. Abb.

[3]) Z. d. V. d. I. 1881, S. 611 m. Abb.
D. p. J. 1881, **242**, 227 m. Abb.; 1884, **253**, 19 m. Abb., **252**, 457 m. Abb.

[4]) Z. d. V. d. I. 1882, S. 355 m. Abb.; 1886, S. 559 m. Abb.
D. p. J. 1882, **244**, 35 m. Abb.; 1884, **251**, 395 m. Abb.

[5]) Z. d. V. d. I. 1883, S. 642 m. Abb.; 1886, S. 562 m. Abb.

zwischen diesen und den durch Fig. 75 dargestellten liegen, zu verfahren hat, ist leicht zu erkennen. Beim Wechseln jeder Schneide muss natürlich für kurze Zeit der Schleifstein (oder der zu schleifende Gegenstand) etwas zurückgezogen werden.



Fig. 75.

Für das Schleifen der Bohrer sind sehr zahlreiche Vorrichtungen vorgeschlagen worden und im Gebrauch.[1]) Es handelt sich um die Erzeugung des richtigen, vor allem an beiden Schneiden gleichen Ansatzwinkels und des zwischen Schneide und der Bohrerachse belegenen Winkels; dabei sollen die Kegelflächen, welche die Rücken der Schneiden bilden, genau in der Achse des Bohrers zusammentreffen. Der Ansatzwinkel wird, wie im vorigen Beispiele, dadurch gewonnen, dass man die Mitte des Schleifsteins *S*, Fig. 76, um die Grösse *ED* von der Schneidkante *s* ablegt, so dass $\frac{ED}{sE} = tg\ i$ wird. Die anderen Bedingungen erfüllt man durch solche Lagerung des Bohrers *B*, dass derselbe genau um seine Achse gedreht und in zwei um 180° voneinander entfernten Lagen festgehalten werden kann.

Die während der Arbeit eintretende Abnutzung des Schleifsteins macht man dadurch unfühlbar, dass man die in Rede stehenden Bearbeitungen wiederholt vornimmt und zwar zuletzt den Schleifstein nur sehr wenig angreifen lässt.

Geschwindigkeiten und sonstiges über die Benutzung des Schleifsteins wurde bereits (S. 299) erörtert.

Die Metall-Säge (S. 292) in ihrer Anwendung als in jeder Beziehung streng geführtes Werkzeug bietet neue Gesichtspunkte nicht.

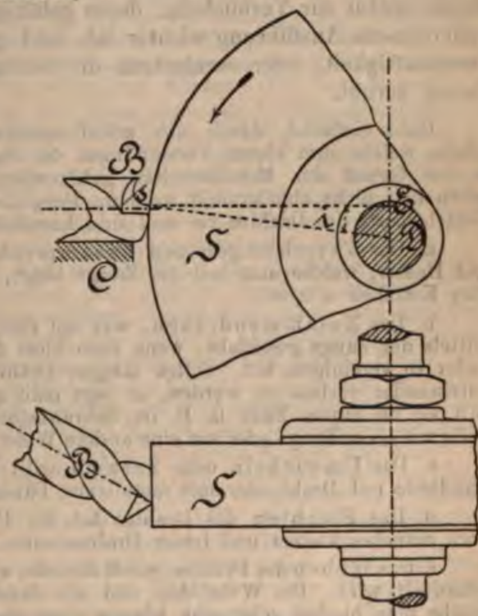


Fig. 76.

[1]) Z. d. V. d. I. 1887, S. 747 m. Abb.; 1888, S. 970 m. Abb., S. 1010 m. Abb. D. p. J. 1873, **210**, 245 m. Abb.; 1876, **222**, 401 m. Abb., 1879, **233**, 110 m. Abb.; 1884, **253**, 190 m. Abb.

IV. Abschnitt.

Zusammenfügungen und Verbindungen der Metallgegenstände.

Solche Gegenstände, welche nicht aus einem einzigen Stücke verfertigt werden können, oder bei welchen die Enden oder die Ränder eines und desselben Stückes aneinander gefügt werden müssen, erfordern mancherlei Mittel zur Verbindung, deren gehörige Auswahl und zweckmässige vollkommene Ausführung wichtig ist, weil gewöhnlich die Festigkeit und Dauerhaftigkeit, oder wenigstens die Schönheit der Arbeiten wesentlich darauf beruht.

Ganz einfache, durch sich selbst verständliche Verbindungsarten, oder solche, welche zum klaren Verständnisse die Bekanntschaft mit anderen, nicht in das Gebiet der Metallarbeiten gehörenden Aufbereitungsarten erfordern, sollen hier nicht abgehandelt werden. Dergleichen kommen vorzüglich bei der Verarbeitung des Drahtes vor und sind hauptsächlich folgende:

a. Das Verschlingen und Zusammenhaken mittels Ringe oder Ösen und Haken, welche man mit der Zange biegt, wie bei der Verfertigung mancher Kettchen u. s. w.

b. Das Zusammendrehen, was auf eine von selbst verständliche Weise mittels der Zange geschieht, wenn man bloss die Enden eines Drahtes miteinander zu vereinigen hat. Sollen längere Drähte ganz durch Zusammendrehen miteinander verbunden werden, so legt man sie gleichlaufend nebeneinander, hält sie an einem Ende (z. B. im Schraubstocke) fest und dreht das andere Ende mit einer Zange oder auf eine andere Weise nach Erfordernis um sich selbst.

c. Das Umwickeln oder Zusammenbinden der zu vereinigenden Bestandteile mit Draht oder mit metallenen Bändern.

d. Das Flechten des Drahtes bei der Darstellung grober Siebe, sowie auch mancher kleiner und feiner Drahtarbeiten.

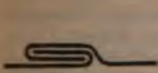
e. Das Weben des Drahtes, wobei derselbe wie Garn in der Leinweberei u. s. w. behandelt wird. Die Webstühle und die denselben ähnlichen Vorrichtungen, welche man hierbei gebraucht, können ohne eine Erörterung des Webens nicht deutlich gemacht werden. Die Verfertigung der Drahtgewebe wird deshalb in Verbindung mit den übrigen Zweigen der Weberei im dritten Bande dieses Werkes abgehandelt.

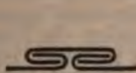
Der gegenwärtige Abschnitt ist denjenigen Verbindungs- oder Zusammenfügungs-Arten vorzugsweise gewidmet, welche bei den Metallarbeiten die ausgedehnteste Anwendung finden und deren Ausführung eine nähere Erläuterung verlangt. Diese sind: das Falzen, Nieten, Einsprengen, Aufziehen und Aufpressen, Schweissen, Löten und Kitten.

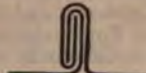
1. Das Falzen.[1])

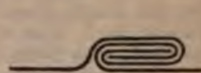
Eine Verbindungsart, welche ausschliesslich bei Arbeiten aus Blech vorkommt und bei der Verfertigung von Gefässen und Röhren, beim Dachdecken u. s. w. angewendet wird. Das Falzen besteht im allgemeinen in einem Umbiegen und Übereinanderlegen der Ränder, welches auf verschiedene Weise vorgenommen werden kann.

Man nennt die umgebogenen und vereinigten Ränder den Falz und unterscheidet a) den einfachen, b) den stehenden doppelten und c) den liegenden doppelten Falz. Bei dem einfachen Falze, Fig. 77, werden die zwei zu vereinigenden Blechränder einfach in einer Breite von 5 bis 20 *mm* umgebogen,


Fig. 77.


Fig. 78.


Fig. 79.


Fig. 80.

ineinander gehakt und zusammengehämmert. Oft wird überdies der Falz noch verlötet oder durch Nieten befestigt. Eine abgeänderte, sowohl für blecherne Röhren als Dachdeckungen übliche Art ist die Verbindung durch übergeschobene Falzstreifen, Fig. 78, wobei die zwei zu vereinigenden Ränder auf derselben Fläche in entgegengesetzten Richtungen umgelegt und durch den klammerartig gestalteten Falzstreifen verbunden werden. Bei dem doppelten Falze findet ein Ineinanderhaken und dann noch ein zweites, gemeinschaftliches Umbiegen der Ränder statt; dieser Falz heisst stehend, Fig. 79, wenn er sich als eine Rippe rechtwinklig von dem Bleche erhebt, dagegen liegend, Fig. 80, wenn er flach auf dasselbe niedergehämmert ist. Der doppelte Falz giebt immer (verglichen mit dem einfachen) eine dichtere Verbindung und man bedient sich daher desselben beim Dachdecken, sowie bei Wasserbehältern, überhaupt dort, wo eine grosse Festigkeit und Dichtheit erfordert wird.

Die Werkzeuge zum Falzen sind sehr einfach. Das Umbiegen der Blechränder geschieht mittels des hölzernen oder eisernen Hammers auf dem Umschlageisen, welches einem grossen Meissel, dessen Kante nach oben gerichtet ist, ähnlich sieht und der mit seiner der letzteren abgewendeten Kante in einem Stock befestigt ist, oder an einer anderen geeigneten Kante. Besser und rascher erreicht man den Zweck mittels der Falzbohle (I, 313) oder der Falzmaschine (S. 267). Dem völligen Umlegen und Zusammendrücken des Falzes dient eine Falzzange mit breitem flachen Maule; beim Dachdecken insbesondere ist diese Zange oft sehr (bis 12 *cm*) breit und etwas dick im Maule (Deckzange). Die Zange muss, wenn man Zinkblech falzt, erwärmt werden, weil in der Wärme das Zink weniger leicht bricht, und dann ist die Dicke des Maules vorteilhaft, indem dadurch die Wärme länger anhält. Der fertige Falz wird zuletzt mittels des Hammers dicht zusammengeklopft. Beim Dachdecken erleichtert man sich die Herstellung des doppelten Falzes durch die Anwendung des Schalleisens oder Scholleisens (der Deckschaufel), eines eisernen Werkzeuges, welches an einem Bügel einerseits mit einer flach auf das Blech zu legenden stumpfen Kante und anderseits mit einem vierkantigen Klotze versehen ist. Erstere dient, um die Ränder des Bleches darüber scharf umzubiegen oder den stehenden Falz, welchen man umlegen will, darüber niederzuklopfen; der Klotz aber wird gegen die eine Seite des stehenden Falzes angehalten, während man auf die andere Seite mit dem Hammer schlägt, um die Biegungen zusammen zu treiben.

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 325 m. Abb.

2. Das Nieten.

Durch Nieten vereinigt man Teile von Metallarbeiten teils fest und unbeweglich, teils so, dass sie eine Beweglichkeit um den Punkt behalten, wo die Vernietung stattgefunden hat (wie z. B. bei Scheren, Zangen u.s.w.). Zwei Metallstücke können entweder unmittelbar oder mit Hilfe eines dritten Stückes, auch mehrerer solcher Stücke zusammengenietet werden. Man nennt ein solches kleineres Hilfsstück, welches einen ähnlichen Zweck zu erfüllen hat, wie die Nägel bei Holzarbeiten, ein Niet.

Wenn eine Vernietung ohne Hilfe eines besonderen Nietes bewirkt werden soll, so versieht man von den beiden Stücken, welche zu verbinden sind, das eine mit einem Loche, das andere mit einem Zapfen oder zapfenähnlichen Teile, der durch jenes Loch gesteckt und jenseits desselben so mit dem Hammer gestaucht wird, dass eine Art Kopf entsteht, welcher die Trennung beider Teile verhindert. Die Gestalt der Arbeitstücke macht natürlich im einzelnen manche Verschiedenheiten dieses Verfahrens notwendig. Es sei z. B. ein eisernes Stäbchen unter rechtem Winkel mit einem anderen solchen Stäbchen zu verbinden. Man wird dann in dem einen Stäbchen an der gehörigen Stelle ein Loch durchschlagen oder bohren, das Ende des zweiten Stäbchens in Form eines Zapfens absetzen, und übrigens auf die schon angeführte Weise zu Werke gehen. Will man hierbei der Vernietung grosse Festigkeit geben, ohne dass der durch das Verhämmern entstandene Kopf eine Hervorragung bildet, so ist es zweckmässig, an der Nietstelle das Loch des einen Stäbchens mit einer Versenkung zu versehen, welche von dem gestauchten Ende des Zapfens ausgefüllt wird. In gleicher oder ähnlicher Weise werden beliebige Bestandteile mittels an ihnen befindlicher Zäpfchen (die oft nur angelötete Drahtstiftchen sind) auf einer Platte angenietet oder Stifte u. dgl. mit einer Platte verbunden. Sind die zu vernietenden Teile so klein und zart, dass sie dem Hammer unmittelbar nicht zugänglich sind, so setzt man auf dieselben eine gehärtete stählerne Punze mit abgeflachter Spitze (Nietpunze, Nietmeissel) und schlägt oben auf die Punze mit dem Hammer.

So werden von den Uhrmachern die messingenen Räder auf den stählernen Getrieben festgenietet. Das Rad ist in seinem Mittelpunkte mit einem runden Loche versehen; von den Zähnen des Getriebes wird dort, wo das Rad seinen Platz erhalten soll, ringsum ein Teil weggedreht, so dass ein Absatz entsteht, dessen Länge um ein geringes die Dicke des Rades übertrifft und der genau in das Loch des letzteren passt. Schiebt man nun das Rad auf das Getriebe, so ragt dieses über die jenseitige Fläche des Rades etwas hervor und man kann einen Zahn des Getriebes nach dem andern mittels der Punze umnieten, d. h. unmerklich breitschlagen oder stauchen, um das Rad zu befestigen. Man bedient sich hierbei als Stützpunkt für das Getriebe eines Nietstöckchens (einer Nietbank, Nietplatte)[1]. Dies ist ein längliches, oben flaches, messingenes oder stählernes Klötzchen, in welchem mehrere senkrechte, nach unten trichterartig erweiterte runde Löcher enthalten sind. Man wählt eines dieser Löcher von gehörigem Durchmesser aus, stellt in dasselbe, von obenher und senkrecht, die Welle des Getriebes, und lässt also letzteres mit seiner dem Rade entgegengesetzten Endfläche während des Nietens auf der wagerechten Oberfläche des Nietstöckchens ruhen. — Gegenstände, welche wegen ihrer Gestalt nicht auf dem Nietstöckchen bearbeitet werden können, spannt man an einer passenden Stelle im Schraubstocke ein, — oder wenn sie zart und der Beschädigung ausgesetzt sind — in ein Klüppchen: Nietkluppe, Nietklöbchen[2]), damit sie den Hammerschlägen gegenüber hinlänglich festgehalten werden. Der Hammer zum Nieten (Niethammer) ist ein gewöhnlicher kleiner Bankhammer.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 14, S. 168.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 14, S. 167, 169.

Wenn die Arbeitstücke von solcher Beschaffenheit sind, dass ein unmittelbares Zusammennieten derselben nicht stattfinden kann, so bedarf man besonderer Niete, Nietnägel (auch Nietbolzen genannt), und das Nieten wird dann wohl auch Nageln genannt. Diese Art des Verfahrens ist z. B. immer erforderlich, wenn Blech oder anderes dünnes Metall mit aufeinanderliegenden Flächen zusammengenietet werden soll. Man macht dann auf den für die Niete vorgezeichneten Stellen runde Löcher durch beide Metallstücke zugleich, wozu man sich des Durchschnittes oder des Bohrers bedient. Das Niet ist ein stumpfer walzenförmiger Nagel, der durch die Löcher gesteckt und an beiden hervorragenden Enden zu einem Kopfe ausgebreitet wird. Die Niete bestehen meistens aus demselben Metalle wie der zu nietende Gegenstand, daher kommen grosse Niete nur von Eisen oder Kupfer, kleinere ausserdem von Messing, Zink u. s. w. vor. Ganz kleine Niete können aus kurzen Drahtstücken gebildet werden. In der Regel wird schon vorläufig das eine Ende des Nietes zu einem Kopfe gebildet, der entweder platt oder gewölbt ist. Geschmiedeten Nieten giebt man diesen Kopf mittels des Nageleisens, wobei man nach Bedarf einen Stempel anwendet (S. 215). Meistens werden Niete fabrikmässig zum Verkaufe verfertigt; dann schneidet man sie aus starkem Eisendrahte oder gewalztem Rundeisen und bildet den Kopf mittels eines Stempels im Fallwerke oder in einer kräftigen Presse (Nietkopfpresse)[1]).

Dieses Anprägen des Kopfes kann nur bei den kleinsten Nieten ohne vorherige Erwärmung ausgeführt werden, geschieht aber mit den grösseren in glühendem Zustande und erfordert bei den grössten sogar zwei Hitzen, d. h. zweimaliges Glühen und Prägen. Maschinen zur Verfertigung (zum Schneiden und Anköpfen) der Niete sind in verschiedenen Bauarten vorhanden.[2]) Beim Anschlagen der Köpfe mittels des Handhammers bringt man im Ambosse unter dem Nageleisen einen Hebel an, mittels dessen nach Vollendung des Kopfes das Niet augenblicklich nach oben herausgestossen wird.[3]) — Kleine Niete, welche aus kurzen, mit der Zange abgekneipten Stückchen von Eisen-, Kupfer- oder Messingdraht nach Bedarf gemacht werden, versieht man mit dem Kopfe, indem man sie mittels einer Nietkluppe im Schraubstocke dergestalt einklemmt, dass das obere Ende etwas hervorragt, welches man dann entweder mit der Bahn eines Hammers flach schlägt, oder mittels eines daraufgesetzten, durch den Hammer niedergetriebenen Stempels in halbkugelförmige Gestalt zusammenstaucht. Der Nietkluppe giebt man für diesen Zweck in ihrem Maule halbrunde Einkerbungen, die paarweise einander gegenüberstehen und das Niet fest umfassen, ohne es platt zu drücken.

Das Verfahren beim Nieten ist einigermassen verschieden nach der Gestalt und sonstigen Beschaffenheit des Arbeitstückes. Es reicht bei kleiner Arbeit oft hin, das Niet, welches noch keinen Kopf besitzt, fest in das dafür bestimmte Loch zu stecken, es beiderseits so abzukneipen, dass wenig davon hervorragt, dann das eine Ende auf einen Amboss oder eine andere glatte stählerne Unterlage zu stützen und auf das zweite Ende mit dem Hammer zu schlagen, wodurch sich beide Enden abplatten und ausbreiten, so dass das Niet seine Stelle nicht wieder verlassen kann. Wenn man auf diese Weise zu Werke geht, so

---

[1]) Hütte 1867, Taf. 14.
[2]) D. p. J. 1864, **174**, 334 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1858, S. 118.
Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1862, S. 225 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1845, **97**, 166.

ist es am bequemsten, ein Stück Draht, welches im Feilkloben gehalten wird, am Ende etwas zu verdünnen, in das Loch einzureiben und dann wie angegeben zu verfahren; man erspart hierdurch die mühsame Handhabung eines schon voraus fertig gemachten kurzen und dünnen Nietes. Solche Niete dagegen, welche bereits fertig und mit einem Kopfe versehen sind, steckt man durch das Loch und bildet sodann auch das andere Ende zu einem Kopfe aus, wozu man sich entweder bloss des Hammers oder des Hammers und eines Nietstempels bedient. Letzterer ist von Stahl, 8 bis 15 *cm* lang und an seinem Ende mit einer halbkugligen, halblinsenförmigen oder kegelförmigen Vertiefung versehen, durch welche der Kopf die entsprechende Gestalt erhält. Um den schon fertigen halbrunden Kopf nicht zu verunstalten, legt man ihn in die angemessen geformte Vertiefung einer auf den Amboss gestellten oder im Schraubstocke befestigten Nietpfanne.[1] Sehr grosse Niete bearbeitet man glühend (indem man sie im Schmiedefeuer oder in einem eigenen Ofen [I, 190] erhitzt), weil sonst die Bildung des Kopfes zu viel Zeit erfordern oder auch gar nicht gelingen würde; man gewinnt dadurch zugleich den Vorteil, dass das Niet beim Erkalten sich verkürzt und folglich die verbundenen Blechdicken kräftig aufeinander presst.

Findet sich beim Aufeinanderpassen zweier durch Nietung zu verbindenden Bleche, dass ihre Löcher nicht völlig genau zusammentreffen, so muss die gänzliche Übereinstimmung durch Eintreiben eines Dornes hergestellt werden. Damit die aufeinandergenieteten Metallflächen gegenseitig in die genaueste Berührung treten, schlägt man vor dem Vernieten auf das oben liegende Stück, rund um das Loch und das schon durchgeschobene Niet, mit einem sogenannten Nietenzieher (Anzug), welcher sich vom Nietstempel nur dadurch unterscheidet, dass im Mittelpunkte seiner kreisrunden Endfläche ein rundes, tiefes Loch sich befindet, sodass er über das hervorragende Niet aufgesetzt werden kann. Der ringförmige Rand um das Loch des Stempels drückt dann das Metall zunächst am Umkreise des Nietes stark zusammen, wodurch das Niet selbst mehr hervortritt und so kurz als möglich niedergeklopft werden kann. Zuweilen vereinigt man Nietenzieher und Nietstempel zu einem einzigen Werkzeug. — Wenn bei Kesseln, welche aus Blechplatten zusammengenietet sind, ein luft- und dampfdichter Schluss der Fugen auch unter grossem Druck erforderlich ist, wendet man als Nacharbeit das Verstemmen (I, 311) an.

Beim Nieten grosser Gegenstände (wie z. B. grosser Kessel u. dgl.), die man nicht so handhaben und wenden kann, dass jedes Niet über eine Unterlage gebracht wird, stützt man das Niet durch einen Vorhalter. Man giebt dem Vorhalter die Gestalt eines Hammerkopfes, einen hölzernen Stiel (an welchem er wie ein Hammer gehalten wird) und oft das 10- bis 15fache Gewicht der zum Zuschlagen gebrauchten Hämmer. Zur Beschleunigung der vorliegenden Arbeit wird oft eine Nietmaschine, Nietpresse (I, 310 u. S. 351) angewendet, welche mittels zweier Stempel von der bekannten Beschaffenheit wirkt. Der eine dieser Stempel steht fest und versieht die Stelle der Nietpfanne.

Beim Nieten der Dampfkessel durch Handarbeit können 4 Personen (2 Aufschläger, 1 Widerhalter und 1 Knabe zum Zutragen der glühenden Niete) in einer Stunde 20 bis 40 Niete von 18 bis 20 *mm* Stärke einsetzen und fertig machen; mit der Nietmaschine, von 3 Personen bedient, ist die Leistung 12 bis 15mal so gross, nämlich 360 bis 480 Stück in der Stunde. Es scheint, dass die auf der Maschine durch Druck gemachten Nietungen grössere Haltbarkeit erwarten lassen, als die mit dem Hammer gefertigten; wenigstens ist beobachtet worden, dass im ersteren Falle die Textur der glühend gepressten eisernen Niete keine Veränderung erleidet, wogegen unter dem Hammer sehr leicht ein kristallinisches grobkörniges Gefüge entsteht, zumal wenn das Hämmern noch fortdauert, nachdem die Niete fast die Glühhitze verloren haben.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 605.

3. Das Einsprengen, Aufziehen und Aufpressen.

Soll ein metallener Ring im Innern einer Trommel oder auf einer Walze bleibend befestigt werden, so kann man unter Benutzung der Längenänderungen, welche ein Körper durch Erhitzung und durch Abkühlung erleidet, in sehr einfacher Weise zum Ziele kommen. Ist z. B. ein Stahlring im Innern einer bronzenen Trommel zu befestigen, so dreht man ihn auf der Aussenseite nur soweit ab, dass sein Durchmesser denjenigen der Höhlung um einen gewissen kleinen Betrag ($^1/_{10}$ %) übertrifft, vorausgesetzt, dass beide Teile gleiche Temperatur haben; hierauf erhitzt man die Trommel so stark, dass der Stahlring hineingeschoben werden kann, bringt letzteren in die richtige Lage und lässt ersteren erkalten; die hierbei eintretende Verminderung des Durchmessers führt den Erfolg herbei, dass der erwähnte Stahlring an seinem ganzen Umfang fest eingeklemmt ist. Man nennt diese Arbeit das Einsprengen.

Bei dem Aufziehen (I, 465) wird in entsprechender Weise ein Ring auf einer Walze befestigt, indem man die Innenseite des Ringes nur soweit ausdreht, dass derselbe erst nach beträchtlicher Erhitzung auf die Walze geschoben werden kann; die nachfolgende Abkühlung bewirkt alsdann eine kraftvolle Verminderung des Ringdurchmessers, daher eine entsprechende Anspannung des Ringes und Aufpressung desselben auf den Cylinder.

Das Aufziehen spielt eine wichtige Rolle bei der Herstellung aller Wagenräder und dient hier allgemein zur Befestigung des Radreifens (Bandage, Spurkranzreifen) auf dem Radkörper. Der Betrag, um welchen der Radreifdurchmesser kleiner ausgeführt werden muss, als der Durchmesser des Radsternes (das Schrumpfmass), wird bei Stahl zu 0,6 bis 1,0 *mm*, bei Schmiedeisen zu 1,0 bis 1,5 *mm* für 1 *m* Durchmesser angenommen. Wählt man das Schrumpfmass zu gross, so läuft man Gefahr, die Elasticitätsgrenze des Radreifens zu überschreiten und der Bruchgrenze so nahe zu kommen, dass (namentlich in kalter Jahreszeit) ein Zerspringen des Reifens veranlasst werden kann.

Zur Ausführung der vorbezeichneten Arbeit bei den Eisenbahnwagenrädern wird der Radreif in besonderen Flammöfen, zwischen Holzkohlen[1]) oder Gasflammen[2]) gleichmässig angewärmt; hierbei ist eine Zeit von 5—7 Minuten vollständig ausreichend, um denselben bis zu leichtem Anlaufen ins Dunkelblaue (300° C) zu erwärmen und einen lichten Durchmesser von 862 *mm* um 2 *mm* zu vergrössern. Reifen von Puddel- und Gussstahl müssen langsam, ohne Zuhilfenahme von Wasser abkühlen, da sie sonst eine zu grosse Härte erlangen würden.

Um eine Schraubenmuttter auf sehr sichere Art am Losgehen zu hindern, dreht man dieselbe äusserlich ab, schneidet die Wandung an einer Stelle in der Halbmesserrichtung durch, schraubt sie fest auf und legt alsdann einen passend grossen schmiedeisernen oder stählernen Ring warm auf (Befestigung des Kolbens an der Kolbenstange bei Dampfhämmern).

Das Aufziehen der Radreifen auf hölzerne Wagenräder ist ohne Erhitzung ausgeführt worden, indem man den Reifen soweit ausdreht, dass er schon bei gewöhnlicher Temperatur auf das Rad geschoben werden kann, und ihn nun

[1]) D. p. J. 1872, **206**, 341 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1881, **239**, 347; 1882, **245**, 207; 1883, **250**, 340; 1885, **256**, 114, sämtl. m. Abb.

Z. d. V. d. I. 1872, S. 28; 1884, S. 272, sämtl. m. Abb.

mittels eines umgelegten, sehr stark angespannten Stahlbandes soviel staucht, dass er genügend festsitzt; die erforderliche starke Anspannung jenes Stahlbandes wird mittels Schraubengetriebe und Rädervorgelege, auf welches die Kraft eines Arbeiters oder Maschinen-Betriebskraft einwirkt, hervorgebracht. Das Verfahren eignet sich zur fabrikmässigen Herstellung der Räder und gewährt den Vorteil, dass die Radfelgen nicht durch die Hitze des Eisens gebräunt werden.

Auch die Befestigung der Eisenbahnwagenräder auf ihren Achsen geschieht allgemein durch Aufziehen in kaltem Zustande, richtiger durch Aufpressen; man dreht die Nabe des Rades trommelförmig oder schlank kegelförmig aus (Anlauf etwa $^1/_{450}$) und schiebt das Rad unter Anwendung einer Schrauben- oder Wasserdruck-Presse auf die zu passendem (etwas grösserem) Durchmesser abgedrehte Achse. Sollen die Räder ohne Zuhilfenahme anderweiter Befestigungsmittel (Keile, Schrauben) in einem für den Fahrdienst der Eisenbahnen genügenden Masse festsitzen, so muss der hierbei aufzuwendende Druck einen gewissen ziemlich hohen Betrag (40 000 bis 60 000 *kg*) erreichen, auch während des Aufpressens eine regelmässige Zunahme zeigen.[1])

4. Das Schweissen.

Das Schweissen des Eisens und Stahles ist schon früher (I, 450 und II, 222) ausführlich abgehandelt worden. Zu dem, was dort gesagt ist, sollen hier einige Worte über das Schweissen des Platins hinzugefügt werden.

Die Bedingungen für das Schweissen des Platins sind: ein gehöriger Hitzegrad, eine frische, reine Oberfläche an der Schweissstelle und gehörige (doch nicht zu starke) Hammerschläge. Zu recht vollkommener Schweissung gehört Weissglühhitze, und das Platin muss wenigstens noch stark rotglühend sein, wenn die Hammerschläge überhaupt noch Nutzen bringen sollen. Die zu verbindenden Flächen schabt man mit der Kante einer Feile recht blank, jedoch ohne sie förmlich abzufeilen, auch ohne sie zu polieren. Der Hammerstreich auf die im Feuer gewesenen Flächen darf nicht so heftig sein, dass er eine Ausdehnung des Platins bewirkt.

Da die Gegenstände meist dünn sind, folglich die Hitze nicht lange behalten, so ist wesentlich, dass man mit der grössten Behendigkeit verfahre, wenn man die erhitzten Stücke aus dem Kohlenfeuer des Schmiedefeuers (oder, wenn sie sehr klein sind, aus der Flamme einer Glasbläserlampe) auf den Amboss bringt, um sie zu hämmern. Zu diesem Zwecke muss man den Amboss ganz nahe an dem Orte haben, wo die Erhitzung vorgenommen wird. Ist die Schweissung durch eine einzige Hitze nicht vollständig zu bewerkstelligen, so wiederholt man das Verfahren. Übrigens kann die Gestalt der zu schweissenden Teile nach den Umständen so sehr verschieden sein, dass ihre Behandlung auf dem Ambosse in jedem einzelnen Falle der praktischen Beurteilung überlassen bleiben muss. Einen Riss z. B. verschweisst man mit einem aufgelegten Streifchen Platinblech; ein kleines Loch mit einem hineingetriebenen und auf beiden Seiten vernieteten kurzen Drahtstückchen; ein grösseres Loch mit einem aufgelegten und vorläufig angenieteten Plättchen; die Ränder zweier Platten oder anderer aufeinander gelegter flacher Stücke nach vorgängigem Falzen oder Zusammennieten; u. s. w.

Ausser dem Eisen, Stahl und Platin vermag man auch das Nickel und Kupfer zu schweissen, letzteres unter Verwendung von Phosphorsalz (phosphorsaures Natron-Ammoniak) als Schweissmittel. Dasselbe bildet

---

[1]) Hartig, Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, S. 221.

mit dem im Feuer sich bildenden Kupferoxyd eine leichtflüssige Schlacke, welche die innige Berührung der metallischen Flächen ermöglicht, indem sie die weitere Oxydbildung verhindert und unter der Wirkung der Hammerschläge ausgepresst wird.

5. Das Löten.[1])

Unter Löten wird dasjenige Verfahren verstanden, durch welches Metallflächen gleicher oder verschiedener Art mittels eines anderen, im geschmolzenen Zustande zwischen dieselben gebrachten, nachher erstarrten Metalles verbunden werden (I, 447, 459). Das auf solche Weise zur Verbindung dienende Metall (das Lot) darf, aus einem leicht begreiflichen Grunde, in keinem Falle zum Schmelzen eine höhere Hitze erfordern, als das leichtflüssigste von den zu vereinigenden Stücken; es ist vielmehr in den meisten Fällen bedeutend schmelzbarer, wiewohl in dieser Beziehung viele Abstufungen stattfinden. Die Schönheit verlangt bei manchen Arbeiten, dass die Farbe des Lotes so wenig als möglich verschieden sei von der Farbe des Metalles; doch verzichtet man hierauf in solchen Fällen, wo die wichtigere Rücksicht der Festigkeit jenem Zwecke im Wege steht. Das Löten ist in betreff der Metallarbeiten gleichsam das, was die Verbindung durch Zusammenleimen bei den Gegenständen aus Holz.

Die Lote zerfallen in zwei Klassen, nämlich a. solche, welche bei geringer Hitze schmelzen, aber keine grosse Festigkeit besitzen: Weichlot, Schnelllot, Weisslot, Zinnlot (weil Zinn einen Hauptbestandteil davon ausmacht); — b. solche, welche eine festere Verbindung geben, aber auch eine grössere Hitze (schwächeres oder stärkeres Glühen) zum Schmelzen erfordern: Hartlot, Strenglot, Schlaglot (weil die damit gelöteten Gegenstände mehr oder weniger das Biegen und Schlagen mit dem Hammer aushalten, ohne sich zu trennen). Hiernach unterscheidet man das Löten selbst in Weichlöten und Hartlöten. Leichtflüssige Metalle, wie Zinn, Blei, Zink, können natürlich nur mit Weichlot gelötet werden.

Im einzelnen sind die Lote vorzüglich folgende:

a. Weichlot:

1) Zinn, ohne Zusatz, taugt zwar zum Löten von Eisen (mit Ausnahme des Gusseisens) Kupfer, Messing, Zink, Blei, Gold, Silber, wird jedoch zu diesen Zwecken wenig angewendet, weil es nicht dünnflüssig genug ist. Dagegen können es die Zinngieser beim Löten der Gegenstände aus reinem Zinn nicht entbehren. In den gewöhnlichen Fällen versteht man, wenn vom Löten mit „Zinn" die Rede ist, unter letzterem bleihaltiges Zinn (das sogleich folgende Schnelllot).

2) Gewöhnliches Schnelllot, eine Mischung aus Blei und Zinn, zum Löten des verzinnten Eisenbleches, des Kupfers und Messings, des Zinns, des Zinkes, des Bleies u. s. w. Man setzt es in verschiedenen Verhältnissen zusammen, aber es ist im allgemeinen desto besser, je weniger Blei es enthält. Sehr oft nimmt man gleiche Teile von beiden Metallen, nicht selten 2 bis $2^1/_2$ Teile Zinn auf

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1838, Bd. 9, S. 443 m. Abb. Holtzapffel, Turning u. s. w., Bd. 1, S. 432.

1 Teil Blei, manchmal dagegen 2 Teile Blei auf 1 Teil Zinn; am besten aber 5 Teile Zinn auf 3 Teile Blei, welche Mischung das dünn- und leichtflüssigste Lot giebt. Annähernd erhält man diese Zusammensetzung, wenn man gleichviel Zinn und Blei zusammenschmilzt, zum Erkalten hinstellt und nach einiger Zeit von dem zuerst erstarrten Teile das noch Flüssige abgiesst und zum Gebrauche aufbewahrt (sogenanntes Sicherlot, richtiger Sickerlot, weil es aus der halb erstarrten körnig-breiartigen Masse heraussickert, vergl. S. 53).

Schmelzpunkte der hier in Betracht kommenden Zinn-Blei-Legierungen:

10 Teile Zinn mit 20 Teilen Blei . . .	240° C.	(starkes Schnelllot)
10 " " " 15 " " . . .	223 "	
10 " " " 10 " " . . .	200 "	
10 " " " 6 " " . . .	181 "	(schwaches Schnelllot)
10 " " " 5 " " . . .	185 "	
10 " " " 4 " " . . .	190 "	

Gutes Schnelllot muss, ausgegossen und erkaltet, viele kristallinische Blumen und glänzende runde Flecken auf einem mattweissen Grunde zeigen; ist dies nicht der Fall, so fehlt es an der gehörigen Menge Zinn. — Zum Löten des Zinkes ist ein wenig bleihaltiges Zinn jedenfalls vorzuziehen (Zinklot).

3) Wismutlot, aus zwei bis acht Teilen gewöhnlichem Schnelllot und einem Teile Wismut zusammengeschmolzen, wird bei sehr geringer Hitze flüssig und bricht leicht, sollte deshalb nur dort angewendet werden, wo es unentbehrlich ist, nämlich zum Löten des stark bleihaltigen, daher sehr leichtflüssigen Zinnes.

Um es zu bereiten, kann man zuerst reines Zinn mit einem gleichen Gewichte Blei zusammenschmelzen und dann die veränderliche Menge Wismut beifügen.

Es schmilzt die Mischung von

4 Zinn,	4 Blei,	1 Wismut	bei 160° C.
3 "	3 "	1 "	" 155 "
2 "	2 "	1 "	" 145 "
1 "	1 "	1 "	" 124 "

b. Hartlot:

1) Gusseisen kann als Lot für geschmiedetes Eisen angewendet werden, wird aber seiner Strengflüssigkeit und Sprödigkeit halber gewöhnlich nicht gebraucht.

2) Kupfer (ohne Zusatz), Kupferlot, ist das beste Mittel, um Eisen mit Eisen (sei es geschmiedet oder gegossen) zusammenzulöten. Seine natürliche Dehnbarkeit und Zähigkeit beseitigt die Gefahr des Brechens, wenn die gelöteten Gegenstände Gewalt erleiden.

Eine Legierung aus 5 Teilen Kupfer und 1 Teil Blei eignet sich sehr gut zum Löten des Kupfers, mit dem es in der Farbe gut übereinstimmt; sie schmilzt leicht, bindet fest und hält Hammerschläge aus.

3) Messing-Schlaglot dient sehr allgemein zum Löten von Eisen, Stahl, Kupfer und Messing; für letztere beiden Metalle ist es unentbehrlich. Im allgemeinen ist dieses Schlaglot nichts als ein leichtflüssiges, nämlich sehr zinkhaltiges Messing, welchem zuweilen Zinn zugesetzt wird. Je mehr es Zink enthält, bei desto geringerer Hitze kann man damit löten, aber desto spröder ist es und desto mehr geht die Farbe desselben in das Graugelbe oder Gelblichgraue über. Durch erheblichen Zinnzusatz wird es grauweiss, leicht- und dünnflüssig, aber so spröde, dass damit gelötete Gegenstände beim Biegen oder beim Ablöschen im Wasser an der Lötstelle aufreissen.

Man unterscheidet nach der Farbe das Schlaglot in gelbes (das strengflüssigste), halbweisses und weisses. In manchen Fällen dient zum Löten des Eisens und Kupfers gewöhnliches Messing ohne weitern Zinkzusatz (Messinglot), oder gar noch mit einer Beimischung von Kupfer.

Bewährte Mischungen zu verschiedenen Schlaglotarten sind die folgenden:

a. Gelbes. Sehr strengflüssiges und zähes, zum Gebrauch auf Eisen, Stahl, Kupfer und Messing (nur nicht Gussmessing, welches meist zinkreicher und daher schmelzbarer ist): 7 Teile Messingblechschnitzel, 1 Teil Zink. — Strengflüssiges: 3 bis 4 Messingblechschnitzel, 1 Zink. — Leichtflüssiges, hauptsächlich zum Löten der Messingarbeiten: 5 Messing, 2 bis 5 Zink.

b. Halbweisses: 12 Messing, 4 bis 7 Zink, 1 Zinn; oder: 22 Messing, 10 Zink, 1 Zinn (nahe entsprechend 16 Kupfer, 16 Zink, 1 Zinn).

c. Weisses: 20 Messing, 1 Zink, 4 Zinn; oder: 11 Messing, 1 Zink, 2 Zinn; oder: 4 Messing, 1 Zinn (nahe übereinstimmend mit 3 Kupfer, 1 Zink, 1 Zinn); oder: 6 Kupfer, 4 Messing, 10 Zinn (= etwa 44,5 Kupfer, 5,5 Zink, 50 Zinn).

Die leichtflüssigsten Schlaglotarten (z. B. aus gleichen Teilen Messing und Zink bestehend) werden von manchen Arbeitern Schnelllot genannt, weil sie — vergleichungsweise gegen die mehr kupferreichen Zusammensetzungen — schnell zum Flusse kommen; man muss sich aber hüten, dieselben mit dem Zinnlote (S. 355) zu verwechseln. — Besondere Zähigkeit besitzt eine Zusammensetzung aus 18 Messing, 4 Zink, 1 fein Silber, sodass hiermit z. B. Röhren aus Messingblech gelötet werden können, welche nachher das Ziehen (S. 250) ohne Beschädigung der Lötung aushalten.

4) Neusilber-Schlaglot, zum Löten des Neusilbers; eine Zusammensetzung aus Neusilber und Zink, z. B. 5 Teile von ersterem, 4 Teile von letzterem. — Neusilber für sich, ohne weitern Zinkzusatz, eignet sich sehr gut zum Löten feiner Eisen- und Stahlwaren, wobei es den Vorteil gewährt, dass man wegen der geringen Verschiedenheit der Farbe die Lötstellen fast nicht bemerkt.

5) Silber-Schlaglot, Silberlot, welches beim Löten der Silberarbeiten, ausserdem aber auch bei feinen Messing-, Kupfer-, Stahl- und Eisen-Arbeiten gebraucht wird. Es ist im allgemeinen eine Zusammensetzung von Silber und Kupfer, welcher gewöhnlich Zink oder Messing beigemischt wird, wodurch sie besser fliesst. Wenn das Zink fehlt oder nur in geringer Menge (nicht über ein Sechstel des Ganzen) da ist, so hat das Silberlot den Vorzug vor dem Messing-Schlaglote, dass es sehr dehnbar ist, daher jede beliebige Biegung und Bearbeitung der gelöteten Gegenstände gestattet.

Die verschiedenen Silberlote sind insbesondere folgendermassen zusammengesetzt:

a. Härtestes Silberlot: 4 Teile fein Silber, 1 Teil Kupfer.

b. Hartes Silberlot (zum ersten Löten): 4 bis 9 Teile fein Silber, 3 Teile Messing; oder: 19 fein Silber, 1 Kupfer, 10 Messing; oder: 20 fein Silber, 1 Kupfer, 9 Messing; oder: 28 fein Silber, 2 Kupfer, 10 Messingdraht. — Hier beträgt der Zinkgehalt zwischen 6 und 11 % des Ganzen und das Kupfer ein Viertel bis etwa die Hälfte des Silbers; Zink und Kupfer zusammen ein Drittel bis drei Viertel des Silbers.

c. Weiches Silberschlaglot (zum Nachlöten, d. h. abermaligen Löten solcher Gegenstände, an welchen bereits gelötete Stellen vorhanden sind): 2 Teile fein Silber, 1 Teil Messingdraht; oder 1 Teil fein Silber, 1 Messing; oder: 16 bis 21 Teile Silber von 0,750 Feingehalt, 3 Teile Zink; oder: 3 fein Silber, 2 Kupfer, 1 Zink; oder: 7 fein Silber, 3 Kupfer, 2 Zink. — Der Zinkgehalt schwankt zwischen 9 und 17 %; das Kupfer steigt von ein Drittel bis auf drei Viertel der Silbermenge; Zink und Kupfer zusammen kommen dem Silbergehalte gleich, oder betragen mindestens die Hälfte desselben. Wegen der Leichtflüssigkeit und des geringeren Silbergehaltes wird bei geringeren Arbeiten ein weiches Lot auch dann angewendet, wenn keine Lötungen vorausgegangen sind, welche dessen Gebrauch geradezu erfordern.

d. Sehr leichtflüssiges (dagegen weniger geschmeidiges) Silberschlaglot zu ganz geringer Arbeit: 5 Teile fein Silber, 6 Messing, 2 Zink — was ungefähr so viel ist wie 15 Silber, 13 Kupfer, 11 Zink, wonach 28 % Zinkgehalt sich ergiebt.

Zum Löten kleiner und feiner Gusseisen-Gegenstände wird die schon unter c. angeführte aus gleichen Teilen Messing und fein Silber bestehende Legierung

als besonders brauchbar empfohlen. Ein hellgelbes, zu der Verfertigung messingener Musik-Instrumente sehr geeignetes Lot erhält man aus 2 Feinsilber, 3 Kupfer, 1 Zink. Zum Löten des Stahles und Eisens bedient man sich nicht selten des Silbers von 0,750 Feingehalt ohne Zinkzusatz, oder des geringhaltigen Scheidemünzsilbers, indem man die Münzstücke ohne weiteres zu dünnen Streifen auswalzt. Anderseits erhält man durch Zusammenschmelzen von gleichviel Feinsilber und Zink ein Lot, welches an sich zwar sehr spröde ist, aber zum Löten von Kleinigkeiten aus Silber oder Messing wohl taugt, indem es durch das Schmelzen an der Lötstelle Kupfer oder Silber aufnimmt.

6) Feines Gold dient nur zum Löten von Platin-Gegenständen.

7) Gold-Schlaglot, Goldlot, dient zum Löten der Goldarbeiten und zuweilen auch feiner Stahlwaren. Je stärker das Gold legiert ist, desto schmelzbarer ist es, und desto leichtflüssiger muss also das Lot sein. Im allgemeinen ist das Goldlot eine Zusammensetzung aus Gold, Silber und Kupfer; soll es sehr leichtflüssig sein, so setzt man ihm wohl etwas Zink zu; dagegen lässt man zuweilen selbst das Kupfer weg und gebraucht eine nur aus Gold und Silber (z. B. zu gleichen Teilen) bestehende Mischung. Rücksicht erfordert jedenfalls die Farbe des Lotes, welche durch wechselnde Verhältnisse von Silber und Kupfer geregelt werden muss, damit sie jener des zu lötenden Goldes thunlichst nahe kommt.

Bewährte Vorschriften zu Goldlot sind folgende:

a. Zu 0,917 feinen Goldarbeiten: 24 Teile 0,917 Gold, 2 Teile fein Silber, 1 Teil Kupfer.

b. Zu 0,750 feinen Goldarbeiten und zwar hartes Goldlot (zum ersten Löten): 9 Teile 0,750 Gold, 2 Teile Feinsilber, 1 Teil Kupfer; 4 Teile 0,750 Gold, 1 Teil Feinsilber, 1 Teil Kupfer; 24 Teile 0,750 Gold, 2 Teile fein Silber, 1 Teil Kupfer; — weiches (leichtflüssiges) Goldlot zum Nach- oder Auslöten, d. h. zu späteren Lötungen an Gegenständen, welche schon mit dem vorstehenden oder einem ähnlichen Lote gelötet sind: 12 Teile Gold, 7 Teile Feinsilber, 3 Teile Kupfer.

c. Zu 0,666 feinen Arbeiten: 24 Teile 0,666 Gold, 10 Teile fein Silber, 8 Teile Kupfer.

d. Zu 0,600 oder feineren Arbeiten: 16 Feingold, 9 Feinsilber, 8 Kupfer. Werden dergleichen Gegenstände gefärbt (wovon später), so vergrössert man gern die Menge des Silbers und nimmt z. B. 10 Feingold, $9^1/_4$ Feinsilber, $4^3/_4$ Kupfer.

e. Zu 0,600 feiner Arbeit: 3 Teile 0,600 Gold, 2 Teile Feinsilber, 1 Teil Kupfer.

f. Zu Gegenständen, deren Gehalt geringer als 0,600 ist: 8 Feingold, $10^1/_2$ Feinsilber, $5^1/_2$ Kupfer; oder: 1 Feingold, 2 Feinsilber, 1 Kupfer; oder: 1 Feingold, 1 Feinsilber, 2 Kupfer; oder: 2 Feingold, 9 Feinsilber, 5 Kupfer, 1 Zink; oder: 10 Teile 0,600 Gold, 5 Teile Feinsilber, 1 Teil Zink. Die letztgenannte Zusammensetzung eignet sich auch zum Löten des gelben Goldes (S. 73), da sie selbst — wegen des sehr geringen Kupfergehaltes bei Anwesenheit von Zink — eine hellgelbe Farbe besitzt. (Zinkhaltiges Lot wird beim Färben der Goldwaren schwarz, ist also bei Gegenständen, welche gefärbt werden, unzulässig.)

g. Emaillierlot (zum Löten von Goldwaren, welche später emailliert werden, wobei dieselben eine starke Hitze auszuhalten haben): 16 Teile 0,750 Gold, 3 Teile Feinsilber, 1 Teil Kupfer; oder ganz strengflüssiges: 37 Teile Feingold, 9 Teile Feinsilber.

Jedes Lot muss behufs der Anwendung in eine geeignete Gestalt gebracht werden. Die Arten des Weichlotes giesst man in einem eisernen Eingusse zu Stäbchen oder auf einem flachen Steine zu unregelmässigen Platten. Um Weichlot zu feinen und zarten Lötungen anzuwenden, zerschneidet man es mit der Schere in kleine viereckige Stückchen oder kurze und schmale Streifchen. Zinn wendet man in einzelnen Fällen in Blattform (Staniol, S. 197) an, aus welchem man Teile von erforderlicher Grösse schneidet. — Die Arten des Hartlotes verlangen eine verschiedene Behandlung, je nachdem sie spröde oder dehnbar sind.

Gusseisen löscht man glühend in Wasser ab, wodurch es sehr spröde wird, und stösst es dann zu grobem Pulver. Messing- und Neusilber-Schlaglot giesst man aus dem Schmelztiegel in dünnem Strahl auf einen unter Wasser schnell und stossweise bewegten Besen von Birkenreisern. Es wird dadurch gekörnt, d. h. es erstarrt zu Körnern, welche meist ungefähr den Umfang eines Hirsekornes haben. Aus dem Wasser genommen, wird das Lot gesiebt, um die grösseren Körner abzusondern, welche man hierauf im gusseisernen Mörser zerstösst oder wieder einschmilzt. Man kann auch das Schlaglot in Stäbchen giessen, diese rotglühend (bei welcher Hitze sie sehr spröde sind) im Mörser zerstossen und das Pulver durch mehrere Siebe verschiedener Feinheit sondern. Die dehnbaren Arten des Schlaglotes, nämlich das Silberlot, das feine Gold und das Goldschlaglot, werden im eisernen Eingusse zu kleinen Stangen gegossen, welche man platt hämmert und dann unter einem Walzwerke zu dünnem Bleche streckt. Hiervon schneidet man zum Gebrauch mit einer Blechschere kleine länglich-viereckige Schnitzel ab, welche Paillen genannt werden. Auch das Kupfer wird in Blechstückchen zum Löten angewendet. Gold- und Silber-Schlaglot werden bei sehr zarten Lötungen in Gestalt von Feilspänen gebraucht.

Das gute Gelingen einer Lötung bedingt:

a. Dass die zu vereinigenden Flächen völlig rein sind (I, 444).

Man feilt, schabt, kratzt oder beizt sie daher unmittelbar vor dem Löten ab (Anfrischen) und hütet sich, dieselben lange der Luft auszusetzen oder mit den Fingern zu berühren. Eine unreine Lötstelle nimmt das Lot schlecht oder gar nicht an.

b. Dass die Luft während des Lötens von der Lötstelle abgehalten werde, um eine Oxydation des heissen Metalles zu vermeiden, die Flächen also rein zu erhalten.

Das ist der Grund, weshalb man die Lötstelle mit einer die Luft abhaltenden Schicht bedeckt. Diese Schicht besteht nicht selten aus Stoffen, welche nebenbei etwa noch vorhandene Schmutz- bezw. Rostteile aufzulösen vermögen. Bei groben Arbeiten, welche in starker Hitze gelötet werden, umkleidet man die Lötstelle mit Lehm; bei feineren Gegenständen gebraucht man zum Weichlöten Kolophonium, Terpentin, auch Salmiak mit Wasser oder Öl, manchmal Baumöl allein, sehr häufig das sogenannte Lötwasser (eine gesättigte und bis zum öligen Zustand abgedampfte Lösung von Zink in Salzsäure, also salzsaures Zink oder Chlorzink; auch Chlorzink-Chlorammonium, zu dessen Bereitung man entweder Zink in der gerade nötigen Menge starker Salzsäure auflöst und dann Salmiak, so viel wie das Zink gewogen hat, zusetzt, oder in einem Gemisch von 1 *l* vorstehender Zinklösung und 1 *l* Wasser 300 *g* Salmiak auflöst; oder 1 Teil gesättigte Lösung von Zink in Salzsäure, der man $^1/_3$ Teil Salmiakgeist und $1^1/_3$ Teil Regenwasser zusetzt); — zum Hartlöten Borax, auch andere schmelzbare Salze u. s. w. (Cyankalium, wie auch eine Auflösung der Phosphorsäure in Alkohol sind vorgeschlagen), zuweilen Glaspulver.

c. Dass die zu vereinigenden Teile an der Stelle, welche vom Lote ausgefüllt werden soll (an der Lötfuge), gehörig einander genähert bleiben, während das Lot schmilzt.

Wenn daher blosses Aufeinanderlegen oder Zusammenstecken der Stücke hierzu nicht genügt, so muss man dieselben mit einer Zange fest aneinander halten oder mit geglühtem Eisendrahte (Bindedraht) umwickeln und zusammenbinden, oder mit kleinen Drahtstiften flüchtig zusammennieten u. dgl. Bei einer gut ausgeführten Lötung ist die Lötfuge schmal und wenig sichtbar.

d. Dass die Teile an der Verbindungsstelle eine der festen Vereinigung günstige Gestalt und gegenseitige Lage haben.

Eine Lötung zwischen stumpf aneinander stossenden Kanten z. B. wird weniger haltbar, als bei einem Übereinanderlegen oder Verschränken der Kanten (Zusammenschränken). Bei blechernen Röhren oder dgl. schneidet man des-

halb oft die eine der Kanten an mehreren Punkten (in Abständen von 25 *mm*, mehr oder weniger) mit der Schere einige Millimeter tief ein, biegt die zwischen den Schnitten liegenden Teile derselben wechselweise nach entgegengesetzten Seiten ein wenig auf, schiebt die andere Kante dazwischen ein und hämmert das Ganze dicht zusammen. Wo ein Doppeltliegen der Blechränder nicht zulässig ist, schneidet man an der einen Kante schwalbenschwanzförmige Zacken und an der andern entsprechende Kerben aus, die ineinander gehängt werden. Der Boden eines blechernen Gefässes wird nicht flach vor- oder eingelötet, sondern am Rande umgekrempt (gebördelt, S. 274) und aufgeschoben.

e. Dass das Lot zweckmässig und nicht im Übermasse angebracht werde.

Es muss Gelegenheit finden, beim Schmelzen in die Lötfuge einzudringen und dieselbe auszufüllen, ohne in sehr bemerkbarer Menge die Oberfläche ausserhalb der Fuge zu verunreinigen.

f. Dass bei hohlen Gegenständen stets der Luft ein Ausgang aus dem Innern gelassen werde, weil dieselbe sonst, durch ihr Bestreben sich in der Hitze auszudehnen, das vollständige Anhaften des Lotes verhindert.

Einer hohlen Kugel, die aus zwei Hälften zusammengelötet wird, einem vertieften Gegenstande, über dessen Einsenkung ein flacher Boden aufgelötet werden soll u. s. w., muss man daher jedesmal an einer passenden, nicht in die Augen fallenden Stelle ein kleines Loch geben.

g. Dass eine zum vollkommenen Schmelzen des Lotes hinlängliche und rasche Hitze angewendet werde.

Die Erhitzung geschieht teils so, dass das ganze Arbeitstück, teils so, dass nur eben die Lötstelle der unmittelbaren Wirkung des Feuers oder eines heissen Körpers ausgesetzt wird. Die Grösse und Gestalt der zu lötenden Gegenstände, sowie die Beschaffenheit des Lotes und die grössere oder geringere Ausdehnung der Lotfuge macht verschiedene Mittel für diesen Zweck notwendig. Sie sind folgende:

1) Erhitzung in freiem Kohlenfeuer, ein nur beim Hartlöten und bei nicht ganz kleinen Gegenständen anwendbares Verfahren.

2) Erhitzung auf einer eisernen Platte (durch unter derselben angebrachtes Feuer) oder in einem Gefässe, wenn viele kleine Gegenstände auf einmal gelötet werden müssen, deren Behandlung einzeln zu viel Arbeit und Zeit in Anspruch nehmen würde.

So lötet man die Kleiderknöpfe (zur Befestigung der Öhre) auf einer Platte liegend. Eisendrahtstifte, an welchen Blechscheibchen als Köpfe befestigt werden sollen, giebt man — nachdem letztere aufgesteckt sind — nebst einer genügenden Menge Schlaglot in eine Büchse, welche zum Glühen erhitzt und samt dem Inhalte geschüttelt wird, wobei das geschmolzene Lot nicht nur die Lötfugen füllt, sondern zugleich auch die kleinen Gegenstände gänzlich überzieht.

3) Erhitzung über der frei brennenden Flamme eines Lichtes oder einer Lampe (besonders einer Weingeist-Lampe, da diese keinen Russ auf den Gegenständen absetzt). Anwendbar bei kleinen Gegenständen, welche mit Zinnlot verbunden werden.

4) Erhitzung mittels einer Lötrohr- oder überhaupt geblasenen Flamme (I, 164). Die Spitze der Flamme wird dahin gelenkt, wo die Lötung stattfinden soll; es ist auf diesem Wege möglich, wenigstens kleinere Lötungen mittels schwer schmelzenden Lotes zu vollziehen. Der zu lötende Gegenstand wird dabei entweder auf ein Stück Holzkohle gelegt, oder mit einer Zange (wenn er gross ist, in freier Hand) gehalten. Sehr bequem ist für manche Arbeiten eine kleine Lötzange, deren Maul aus einem flachen geraden und aus einem dünnen bogenförmigen Teile besteht, von welchen der letztere mit seinem Ende den ersten fast nur in einem Punkte berührt, um der Flamme freien Zugang zu lassen. Wenn man zu fürchten hat, dass die von der Lö-

stelle etwas entfernten Teile des Arbeitstückes durch die sich ihnen mitteilende Hitze Schaden leiden möchten, ist es gut, dieselben in nassen Sand zu stecken; doch darf dieser nicht zu nahe an die Lötstelle reichen, weil er sonst die gehörige Erhitzung der letztern stört.

5. Erhitzung mittels des Lötkolbens. Sie hat (I, 202) den Vorteil gegenüber der Lötflamme für sich, dass man mittels des Lötkolbens das Lot (ausschliesslich Weichlot) nach dem Orte seiner Bestimmung zu schieben vermag.

Weichlöten. Des Weichlötens muss man sich bedienen, wenn man mit Arbeitstücken zu thun hat, welche keiner grossen Hitze ausgesetzt werden dürfen, entweder weil sie ganz oder teilweise aus leichtflüssigem Metalle bestehen (Zinn, Blei, Zink, verzinntes Eisenblech); oder weil sie aus irgend einem andern Grunde durch das Feuer beschädigt werden würden (wie z. B. verzierte, übrigens meist oder ganz fertige Goldarbeiten, besonders wenn in dieselben Steine gefasst sind). Auch ist das Weichlöten im Gebrauch, wenn Lötungen an grossen Gegenständen vorfallen, welche man wegen ihres Umfanges nicht erhitzen kann. Bei anderen Gelegenheiten aber wird das Weichlöten nur der Schnelligkeit und Bequemlichkeit wegen dem Hartlöten vorgezogen; dies ist auch kein Fehler, wenn die Lötung keiner erheblichen Festigkeit bedarf. Meistens wird das Weichlöten mittels des Lötkolbens (s. oben) bewirkt.

Letzterer muss, wenn er neu oder frisch abgefeilt ist, zur Aufnahme des Lotes vorbereitet werden, indem man ihn auf der Lotbahn verzinnt. Dies kann geschehen: a. indem man den gehörig blank gefeilten (angefrischten) Kolben in geschmolzenes mit Kolophonium-Pulver bestreutes Zinnlot taucht; b. indem man den erhitzten Kolben auf einem mit Kolophonium bestreuten Stücke Zinnlot reibt oder umgekehrt; c. indem man den Lötkolben erhitzt, blank feilt, über ein Stück Salmiak streicht, mit Zinnlot versieht und mit diesem nochmals über das Salmiakstück hinwegführt. Die Zinngiesser verzinnen ihre Kolben durch Eintauchen (Verfahren a.), aber ohne Kolophonium, weil letzteres der Erfahrung nach Ursache ist, dass der Kolben das Lot zu leicht fallen lässt.

Der Lötkolben muss, wenn man ihn benutzen will, zwischen Holzkohlenfeuer erhitzt werden, wobei man sich eines kleinen Lötofens von Eisenblech oder — wo es zur Hand ist — des Schmiedefeuers bedient, und den Kolben stets so in das Feuer legt, dass die Lotbahn nach oben gekehrt ist, ohne von Kohlen berührt zu werden. Die zu lötenden Flächen werden blank gefeilt oder geschabt (angefrischt), aufeinander gepasst, eine nach der andern mit gepulvertem Kolophonium bestreut und mittels des Lötkolbens verzinnt. Man hält nämlich ein Stück Zinnlot auf die Stelle, bringt etwas davon durch Berührung mit dem heissen Kolben zum Schmelzen und reibt das Geschmolzene auf der Fläche auseinander. Sind beide Stücke auf diese Weise verzinnt, so erwärmt man sie etwas in dem Kohlenfeuer, setzt sie aufeinander, lässt von dem an den Kolben gehaltenen Lote etwas auf die Fuge fliessen und breitet es durch Streichen mit dem Lötkolben längs derselben aus, wobei es, durch die Haarröhrchenkraft angezogen, ein- und durchdringt. Nach Vollendung der Arbeit wird der aussen sitzende geringe Überfluss des erkalteten Lotes weggefeilt oder abgekratzt, sofern man ihn nicht etwa als Verstärkung erhalten muss und bei grober Arbeit auch wohl belassen kann.

Unter Umständen kann es von Nutzen sein, den Lötkolben dadurch beständig heiss zu erhalten, dass man ihn mit zwei Kautschukschläuchen verbindet, welche Leuchtgas und (aus einem Blasbalge) atmosphärische Luft zuführen, durch das Heft des Kolbens zwei diesen Schläuchen sich anschliessende Röhrchen leitet, welche etwa 2 *cm* hinter dem Rücken des Kolbens endigen, und hier das Gasgemenge in einer durch Hähne zu regelnden Flamme brennen lässt.

Nach Umständen erleidet das Lötverfahren mancherlei Abänderungen. So kann man vor dem Aufstreuen des Kolophoniums die Lötstelle (bei Messing

nicht aber bei Kupfer) mit einem Stücke Salmiak überstreichen. Ebenso verfährt man bei Eisen, wo man statt des ganzen Salmiaks auch einen Brei von Baumöl und zerstossenem Salmiak (Salmiaköl) anwendet. Weissblech lötet man, indem man die übereinander gelegten Ränder mit Kolophoniumpulver bestreut oder mit Lötfett bestreicht und dann mit dem Lötkolben überfährt, nachdem dieser an ein Stück Zinnlot gehalten worden ist, um etwas davon im geschmolzenen Zustande aufzunehmen. Das erwähnte Lötfett ist eine zusammengeschmolzene Mischung von Kolophonium und Talg, in welche man etwas zerstossenen Salmiak eingerührt hat. Es verdient dem unvermischten Kolophonium vorgezogen zu werden, weil es sich leicht wieder von der gelöteten Stelle wegwischen lässt, wogegen letzteres mit dem Messer abgekratzt werden muss, wobei zuweilen die Verzinnung beschädigt wird.

Beim Löten des Zinkes werden die Lötstellen mit starker Salzsäure (6 Teile käufliche rauchende Salzsäure, 1 Teil Wasser, dem Masse nach) bestrichen und dadurch ohne Schaben blank gemacht; dann trägt man das Zinnlot mittels des Kolbens auf. Vorläufige Verzinnung ist hierbei ebensowenig nötig, als Anwendung von Kolophonium, Salmiak oder Fett. Ein verwandtes Verfahren, wodurch verschiedene Metalle ohne vorhergehendes Schaben oder Beizen und ohne Mitwirkung von Kolophonium, Salmiak u. s. w. sehr gut gelötet werden können, besteht in dem Gebrauche des Lötwassers (S. 359). Mit dieser Flüssigkeit (welche durch Einrühren einer kleinen Menge gepulverter Stärke verdickt werden kann, um das Auftragen zu erleichtern) wird die Lötstelle ohne andere Vorbereitung bestrichen, wonach man das Lot mittels des Kolbens aufträgt und anreibt. Auf diese Weise lötet sich das Kupfer wie es vom Hammer kommt, Eisen selbst, wenn Rost darauf sitzt, blau angelaufener Stahl, vom Glühen oxydiertes Messing u. s. w. leicht und sicher. Man muss jedoch schliesslich den gelöteten Gegenstand sorgfältig mit reinem Wasser abwaschen, um nachträglicher Ansetzung von Rost vorzubeugen.

Bestandteile aus Zinn werden stets ohne Kolophonium, Fett oder dgl. zusammengelötet, und zwar immer mit eben dem Zinn, woraus sie gegossen sind (sogar mit bleifreiem Zinn, wenn sie aus solchem bestehen). Der Kolben wird fast bis zum Glühen erhitzt und muss die Ränder der Fuge selbst in Fluss bringen, weshalb man — um das Durchlaufen zu verhindern — von der entgegengesetzten Seite einen mit nassem Thon belegten Lappen anhält.

Bleiplatten werden, ohne Hilfe des Kolbens, folgendermassen zusammengelötet. Man schabt die übereinander zu legenden Ränder rein ab, verzinnt sie mittels des Lötkolbens mit feinem Zinn oder Schnelllot, legt sie richtig aufeinander, beschwert sie mit Gewichten, giesst auf die obere Platte geschmolzenes (doch nicht zu heisses) Blei, drückt — wenn hierdurch die Verzinnung zwischen den Platten geschmolzen ist — die obere mittels eines Holzes stark auf die untere nieder und bewirkt so die feste Vereinigung. Das aufgegossene Blei kann wieder weggenommen werden, da es sich mit der unreinen Oberfläche der Platten nicht verbindet. Statt reinen Bleies kann man zum Aufgiessen eine Mischung von zwei bis drei Teilen Blei mit einem Teile Zinn anwenden, deren Schmelzhitze auch gross genug ist, um die Lötung zu bewirken. Eine Abänderung dieses Verfahrens ist das sogenannte Zusammenbügeln, wobei die mit Lot überzogenen (verzinnten) und übereinander gelegten Plattenränder durch Überfahren mit einem heissen (dem Bügeleisen der Schneider ähnlichen) Eisen erhitzt und gelötet werden.

Kleine Lötungen mit Zinnlot vollzieht man über der Licht- oder Lampenflamme, auch wohl mittels des Lötrohres, indem man kleine Schnitzel des Lotes in Terpentin wälzt, auf die Fuge legt und erhitzt. Wenn man kleine Gegenstände mit den breiten Flächen aufeinander löten muss, so kann man zwischen letztere, nachdem sie blank gefeilt und auf gepulvertem Kolophonium gerieben sind, ein Blättchen Zinnfolie einlegen und das Ganze mässig über einer Flamme erhitzen. — Die Lötungen, welche an Zinngiesser-Arbeiten vorfallen, vollzieht man oft ebenfalls mittels des Lötrohres vor der Öl-Lampe und mittels Schnelllot oder Wismutlot, wovon man ein Stäbchen an die Lötfuge hält, während letztere mit Öl bestrichen und durch die spitzig angeblasene Flamme erhitzt

wird. Die Zinngiesser nennen dieses Verfahren Zusammenblasen im Gegensatz zu dem eigentlichen Löten, worunter sie das Löten mittels des Kolbens verstehen.

Ein bemerkenswerter Fall des Weichlötens ist das Löten gesprungener Glocken, welche dadurch ihren vollen Klang wieder erhalten sollen. Es sind dazu folgende zwei Verfahren angeblich bewährt gefunden: 1) Man gebraucht als Lot eine Legierung aus 9 Teilen Zinn und 1 Teil Kupfer. Der Sprung wird mit kochendheisser Ätzlauge gereinigt, mit Wasser gewaschen, die nächste Umgebung desselben mit Salzsäure gebeizt. Man legt dann die Glocke so hin, dass der Sprung sich unten befindet, füllt den letztern nach Möglichkeit mit Chlorzinkauflösung oder einem frisch dargestellten Gemenge von 1 Teil Salmiak mit 2 bis 3 Teilen kohlensaurem Ammoniak, legt längs seiner ganzen Erstreckung im Innern der Glocke Körner des Lotes, und erhitzt endlich von aussen durch ein unter der Glocke entzündetes Weingeist- oder Kohlenfeuer. — 2) Die Glocke wird in ihrer gewöhnlichen (aufrechten) Stellung — nachdem man die Gegend des Sprunges blank geschabt und durch übergeklebte Papierstreifen vor Rauch geschützt hat — durch darunter gemachtes Feuer erwärmt; nach Abreissen des Papieres führt man ein in Lötwasser (S. 359) getauchtes Stäbchen des — aus 5 Teilen Blei, 3 Teilen Zinn, 8 Teilen Wismut zusammengesetzten — Lotes längs des Sprunges derartig von oben nach unten hin, dass dieser sich mit dem abschmelzenden Metallgemische füllt.

Hartlöten. Die Erhitzung der Metalle beim Hartlöten wird entweder im Holzkohlenfeuer, oder vor der Glasflamme oder (wenn es kleine Gegenstände sind) mittels des Lötrohres vorgenommen, nachdem man die Lötstelle rein abgefeilt und mit etwas Borax nebst einer gehörigen Anzahl kleiner Lotteilchen versehen hat. Der Borax schmilzt, schäumt (indem er seinen Wassergehalt fahren lässt), wird wieder fest, schmilzt aber bald von neuem, und überzieht nun die Lötstelle mit einem flüssigen Glase, wobei er nicht nur den Zutritt der Luft abhält, sondern auch zugleich die etwa vorhandenen Oxydteile auflöst und die Lötstelle rein macht. Wenn auch das Lot geflossen ist und sich vermöge der Haarröhrchenkraft ins Innere der Fuge gezogen hat, ist die Arbeit beendigt.

Man wendet den Borax entweder in Pulvergestalt — Streuborax — an, und streut ihn auf; oder man reibt auf einer Stein- oder mattgeschliffenen Glasplatte ein Stück Borax mit etwas Wasser zu einem milchartigen, dünnen Brei, mit welchem man die Lötstelle benetzt. Dieses zweite Verfahren gewährt den Nutzen, dass durch den Boraxbrei die Lotteilchen ankleben und unverrückt liegen bleiben, ist daher für feine Lötungen zweckmässig. Oft wird aber auch bei grösseren Arbeiten der gepulverte Borax mit den Lotkörnern (z. B. ein Teil Borax auf drei Teile Lot) vermengt, und dieses Gemenge mit Wasser angemacht.

Zum Aufstreuen des pulverigen Boraxes bedient man sich einer kleinen messingenen Boraxbüchse, von deren unterem Teile ein schräg aufwärts stehendes Röhrchen ausgeht, welches so eng ist, dass nur wenig Borax auf einmal herausfallen kann. Die sanfte Erschütterung der Büchse, welche hierzu nötig ist, wird ihr dadurch gegeben, dass man mit dem Fingernagel auf einem eingekerbten Stängelchen kratzt, welches das Röhrchen mit der Büchse verbindet. Durch das Aufblähen oder Schäumen, welches der Borax beim ersten Schmelzen zeigt, werden zuweilen die Lotkörner von ihrer Stelle gerückt; es ist deshalb vorzuziehen, dass man gebrannten Borax anwende, d. h. solchen, welcher durch Erhitzen in einem Schmelztiegel seines Kristallwassers beraubt ist. Statt Borax können andere in der Glühhitze schmelzbare Salze, für sich allein oder in Vermengung mit Borax (welcher dadurch leichter schmilzt und dünner fliesst) angewendet werden. So ist der Streuborax der Silberarbeiter eine aus vier Teilen Pottasche, drei Teilen Kochsalz und zwei Teilen Borax

zusammengeschmolzene Masse, oder ein Gemenge von 8 Teilen kristallisiertem Borax, 8 Teilen gebranntem Borax, 4 Teilen Kochsalz, 1 Teil Chlorkalium. Nach dem Löten wird der fest anhängende Borax weggeschafft, indem man die Arbeit in verdünnter Schwefelsäure — ein Teil Vitriolöl, sieben Teile Wasser — abbeizt, weil Wasser allein den geschmolzenen Borax zu langsam auflöst; dabei schützt man eiserne Bestandteile, die etwa an der Arbeit sich befinden, durch einen Wachsüberzug vor der Einwirkung der Säure. Bei groben Arbeiten leistet Glaspulver dieselben Dienste wie sonst der Borax. — Sind an einem Stücke mehrere Lötungen nacheinander zu verrichten, so nimmt man zu den späteren stufenweise ein etwas leichtflüssigeres Lot und bedeckt die schon gelöteten Stellen mit Lehm (bei feinen Sachen mit Borax), um das Aufgehen oder Verbrennen (Oxydieren) derselben zu verhindern.

Einige Beispiele werden das Verfahren beim Löten näher erläutern. — Es sei eine aus Messingblech gebogene Röhre mit Schlaglot zu löten. Nachdem die Lötfuge angefrischt (mit der Feile blank gemacht) ist, bindet man an ein paar Stellen geglühten Eisendraht um die Röhre, damit die Fuge sich so genau wie möglich schliesst, trägt (wenn die Röhre lang ist, von aussen, sonst von innen) mittels eines Löffelchens oder platten Hölzchens das breiförmige Gemenge von Borax und gekörntem Schlaglote auf (oder legt auf die mit Wasser benetzte Stelle der Reihe nach Lotkörner, die man sodann mit Boraxpulver überstreut), legt die Röhre wagerecht zwischen glühende Kohlen, erhitzt anfangs langsam, bis das Aufschäumen des Borax vorbei ist, dann aber stärker, indem man das Feuer zur lebhaften Glut anfacht, beobachtet aufmerksam durch eine Öffnung zwischen den Kohlen den Augenblick, in welchem das Lot fliesst, und zieht dann sogleich die Arbeit aus dem Feuer, damit nicht durch fortgesetzte Erhitzung auch die messingene Röhre selbst schmelze, oder sich zu stark oxydiere (verbrenne). — Hohle Kugeln (blecherne Schellen, kugelförmige Kleiderknöpfe u. dgl.), welche z. B. aus zwei aus Blech gestanzten halbkugligen Schalen zusammengelötet werden, versieht man auf dem innern Rande einer jeden Halbkugel ringsherum mit dem nassen mit Borax vermengten Lote, bindet sie mittels Drahtes zusammen, und setzt sie so dem Feuer aus. — Dünne Messingstücke beschmiert man, um dem hier am leichtesten eintretenden Verbrennen zu begegnen, vor dem Einlegen ins Feuer mit Lehm. Messing mit Eisen oder Kupfer wird auf die nämliche Weise zusammengelötet, wie Messing mit Messing.

Eisen auf Eisen lötet man am besten mit Kupfer (S. 356). Soll etwa ein eiserner Ring gelötet werden, so legt man die etwas zugeschärften Enden ein wenig übereinander, bedeckt die Fuge von innen mit einem dünnen Streifchen Kupferblech, welches man, um es festzuhalten, an seinen Enden nach aussen umbiegt und fest anzieht, taucht die Lötstelle und die benachbarten Teile in Lehmbrei, den man am Feuer abtrocknen lässt, schiebt den Ring auf einen Eisenstab, und hält ihn mittels desselben (die Fuge nach unten gekehrt) in das Holzkohlen- oder Steinkohlenfeuer des Schmiedefeuers, welches durch den Blasebalg angefacht wird, bis Weissglühhitze eingetreten und das Kupferlot geschmolzen ist. Aus dem Angeführten ergiebt sich von selbst das Verfahren für viele andere Fälle. Etwas verschieden ist dasselbe beim Löten hohler Stücke, zu deren Innerem man nicht gelangen kann, um das Lot auf die Fuge zu bringen, wie z. B. beim Löten eines Plätteisens, beim Einlöten des Gewindes oder Kernes in eine Schraubstockhülse u. s. w. Man stopft hier in die Höhlung Stückchen von Kupfer- (oder Messing-) Blech und grauem (wollenem) Löschpapier — letzteres um das Zusammenfallen des Lotes auf eine Stelle zu verhindern —, umzieht das ganze Stück einige Millimeter dick mit Lehm, welchem man Flachsschäbe oder Pferdemist beigemengt hat (das Einpacken), erhitzt es im Feuer unter öfterem Drehen, und wendet es auch beim Herausnehmen noch mehrfältig um, damit das Lot sich gleichmässig verbreite. Das graue Löschpapier hat vor anderem Papier den Vorzug, dass es bei der eintretenden Verkohlung eine steifere Kohle giebt, welche nicht zusammenfällt, sondern die noch ungeschmolzenen Lotteile an ihrem Platze hält. Den Zeitpunkt der Schmelzung des Lotes erkennt man äusserlich daran, dass die Flamme des Feuers sich grün färbt (durch eine geringe aus den Rissen der geborstenen Lehmumkleidung

hervordringende Menge Kupferdampf). — Manche Arbeiter bestreuen beim Löten eiserner Gegenstände das aufgelegte Lot mit Pulver von grünem Glase, bevor der Lehm aufgetragen wird; andere halten dies für überflüssig, und in der That muss man glauben, dass die Lehmbedeckung zur Abhaltung der Luft (worin doch der einzige Nutzen des in Fluss gekommenen Glases bestehen kann) hinreiche. Zudem ist das angeschmolzene Glas schwer und nur mit bedeutender Abnutzung der Feilen wieder zu entfernen.

Gegenstände aus Silber werden wie messingene gelötet, teils mittels des Lötrohres, teils im Kohlenfeuer. Man wendet dabei den schon oben erwähnten zusammengesetzten Streu-Borax an. Goldwaren werden, weil sie meist von geringem Umfange sind, fast nur mittels des Lötrohres gelötet, und zwar mit Hilfe des reinen Borax, ja sogar ohne denselben, da bei dem Golde eine Oxydation der Lötstelle teils wegen der Beschaffenheit des Metalles, teils wegen der Schnelligkeit, mit welcher die kleinen Lötungen beendigt sind, nicht leicht eintritt. Das Löten des Platins mit feinem Golde kommt nicht häufig in Anwendung. Als Lot bedient man sich des Goldes am besten in dem Zustande feiner Zerteilung, wie es durch Fällung einer Goldauflösung mittels Eisenvitriol erhalten wird. Ist etwa in einer Platinplatte ein kleines Loch zu verschliessen, und kann oder will man dies nicht durch Schweissung bewirken, so schneidet man ein Stückchen Platinblech von angemessener Grösse zu, bedeckt und umgiebt das Loch mit etwas Goldpulver (welches gut ausgewaschen sein muss), drückt dasselbe mit einem reinen Werkzeuge zusammen, erhitzt ein wenig über der Weingeistlampe, um das vorläufige Anhaften des Goldes zu bewirken, legt endlich auf letzteres das vorbereitete Platinblättchen und bläst mittels des Lötrohres die Weingeistflamme darauf.

Besondere Schwierigkeiten bietet das Löten des Aluminiums, wozu man sich als Lot verschiedener Metallmischungen bedient, welche 50 bis 94% Zink, 30 bis 4 Aluminium und den Rest an Kupfer oder Mesing enthalten. Die zu lötenden Stellen werden mit einer feinen Feile rauh macht, mittels einer durch Luft angeblasenen Steinkohlengasflamme erhitzt; dann hält man ein Stäbchen Lot daran und breitet das davon Abschmelzende mittels eines kleinen Lötkolbens aus. Wenn dann die Teile mit Eisendraht zusammengebunden und neuerdings erhitzt sind, wird das Auftragen und Verstreichen des Lotes in derselben Weise wiederholt.

Anhang. Manchmal müssen gelötete Gegenstände wieder getrennt werden, was man Loslöten, Auflöten nennt. Wenn z. B. ein angelöteter Bestandteil sich während des Lötens verschoben hat und in unrechte Stellung gekommen ist, so wird es nötig, ihn wieder loszumachen und aufs neue anzulöten. Es muss bei diesem Verfahren, welches natürlich nur im dringendsten Notfalle angewendet wird, alle mögliche Sorgfalt stattfinden, um einer Beschädigung des Arbeitstückes vorzubeugen. Man bedeckt alle etwa noch ausserdem vorhandenen Lötungen mit Lehm, versieht die zu öffnende Lötfuge mit Borax, legt das Stück ins Feuer, damit das Lot schmelze, und hebt den loszumachenden Teil mittels eines Eisendrahtes oder einer Zange ab.

Einige Arbeiten kommen vor, welche mit dem Löten Ähnlichkeit haben, ohne doch ganz damit übereinzustimmen. Diese sind: das Vergiessen, das unmittelbare Zusammenblasen ohne Lot und die sogenannte galvanische Lötung. Unter Vergiessen versteht man das Verfahren, durch welches Metallflächen mittels eines zwischen sie eingegossenen stark erhitzten Metalles vereinigt werden, welches letztere die Flächen selbst zu teilweiser Schmelzung bringt, sich also innig damit verbindet. Auf solche Weise werden die Teile mancher bleierner Gefässe zusammengefügt, desgleichen dicke Bleiplatten bei der Verfertigung grosser Siedepfannen. Man schneidet oder meisselt die einander berührenden Kanten des Bleies dergestalt schräg ab, dass eine dreikantige

Furche entsteht, schabt die schrägen Flächen recht rein, fasst die Furche mit einem Rande von Lehm ein, und giesst sie mit hochrotglühendem Blei voll. Letzteres muss vor dem Eingiessen von allem Oxyde durch Zusatz von Kolophonium und Abschäumen befreit werden. Gefässe werden vor dem Vergiessen mit trockenem Sande gefüllt und entweder mit Draht zusammengebunden oder an ein paar Stellen mit einem Tropfen Schnelllot zusammengeheftet, damit die zu verbindenden Teile sich nicht verschieben. Die Bestandteile mancher Zinngusswaren werden auf ähnliche Weise durch heisses geschmolzenes Zinn vereinigt (vergossen). Man passt die Teile aufeinander, verklebt die Fuge von innen (wenn das Stück ein Gefäss ist) mit Thon, macht äusserlich unter derselben einen Rand aus Thon (oder aus einem mit Thon überzogenen Leinwandstreifen), und giesst mittels eines eisernen Löffels das Zinn auf. Ist die Arbeit gut gelungen, so erscheint die Fuge ganz ausgefüllt und von dem Zinn kein grösserer Überfluss auf der Oberfläche, als beim Löten an Schnelllot zurückbleibt. Bleierne Wasserleitungsröhren fügt man durch Vergiessen mit Schnelllot aneinander, wobei man zum Zusammenhalten des letzteren eine zweiteilige hölzerne Form um die Fuge legt. — Hierher gehört ferner ein Verfahren, gesprungene Turm-Glocken durch Ausgiessen wieder herzustellen (statt sie zu löten, S. 363). Man sägt nach der Richtung und Länge des Sprunges einen schmalen Streifen heraus, feilt die Ränder des so entstandenen Spaltes nach innen und aussen schräg ab, fasst denselben mit Lehm ein und giesst ihn mit einer über ihren Schmelzpunkt erhitzten Mischung von Kupfer und Zinn aus.

Dem Vergiessen reiht sich ein Verfahren an, welches vorgeschlagen worden ist, um gusseiserne Stangen an ihren Enden miteinander zu verbinden. Man soll die genau aneinander gepassten Enden mit einer Büchse oder einem Muff von Schmiedeisen umschliessen, die Fugen dicht mit Lehm verstreichen, und endlich auf die Büchse eine Hitze geben, welche hinreicht, das darin befindliche Gusseisen zu schmelzen. (Gusseisenstücke, welche durch Bruch unvollständig geworden sind, legt man in Formsand unter Ergänzung der Gestalt und giesst stark erhitztes Eisen ein. Es ist ein hoher Einguss erforderlich, um die Vereinigung des eingegossenen Eisens mit dem vorhandenen sicher zu erzielen.[1])

Verwandt hiermit ist das Zusammenblasen ohne Lot, durch welches zuweilen von Zinngiessern die Bestandteile zinnerner Geräte zusammengefügt werden. Man passt die Ränder der Teile sorgfältig aufeinander, und richtet auf die ganze Fuge nach und nach die Flamme der Lötlampe. Gelingt es hierdurch, die sich berührenden Kanten zum Schmelzen zu bringen, so vereinigen sie sich vollkommen; die Arbeit setzt aber sehr grosse Geschicklichkeit und Übung voraus, damit nicht entweder einzelne Stellen unverbunden bleiben, oder Löcher in das Zinn schmelzen. Dieses Verfahren ist daher mehr ein seltenes Kunststück, als ein regelmässig übliches. Dagegen hat man auf Bleiarbeiten mit Erfolg das unmittelbare Zusammenschmelzen (ohne Lot) angewendet und dieses Verfahren ist von Wichtigkeit in Fällen, wo man das Zinn vermeiden muss (z. B. bei den Bleibekleidungen der Bleikammern in Schwefelsäurefabriken). Da jedoch das Blei schwerflüssiger ist als Zinn, oftmals sehr lange Fugen zu behandeln sind und zum Gelingen der Arbeit alles darauf ankommt, die Ränder der zu verbindenden Teile durch eine spitzige sehr heisse Flamme so rasch zu erhitzen, dass sie schmelzen, bevor die Wärme sich in erheblichem Grade weiter verbreiten kann, so ist das gewöhnliche Lötrohr nicht hinreichend, sondern man wendet die Flamme des Wasserstoffgases an. Das Wasserstoffgas wird durch Einlegen von Zinkabfällen in verdünnte Schwefelsäure gewonnen.[2])

Es ist auch Platin ohne Lot zusammengeblasen worden.[3])

An dieser Stelle ist des Lötens oder nach anderer Sprechweise des Schweissens mittels elektrischen Stromes zu gedenken. Die Wärme, welche durch den elektrischen Strom erzeugt wird, diente schon früher zur

---

[1]) D. p. J. 1861, **160**, 40.
[2]) D. p. J. 1840, **77**, 33 m. Abb.
[3]) Z. d. V. d. I. 1872, S. 713.

Vereinigung der Goldfedern mit den die Spitzen derselben bildenden Iridiumstückchen; sie ist neuerdings für grössere Arbeit wirksam verwendet[1]); es scheint jedoch die Kostspieligkeit des Verfahrens dessen allgemeinere Einführung zu hindern.

6. Das Zusammenkitten und Verkitten (I, 460).

Kitt wird weniger zu selbständiger fester Verbindung der Metalle, als zum Dichtmachen der Fugen (gegen Durchziehen von Wasser, Luft, Gas, Dampf, Rauch) zwischen solchen Gegenständen angewendet, welche entweder schon durch ihr eigenes Gewicht fest aufeinander ruhen, oder durch Schrauben, Nieten verbunden sind. Desgleichen bedient man sich der Kitte zur Befestigung von Metall auf und in Körpern anderer Art (Holz, Stein, Glas u. s. w.). Für diese verschiedenen Fälle werden mancherlei Arten von Kitt benutzt, über welche das Nachstehende wohl als eine Auswahl des Besten anzusehen sein möchte.

a. Eisenkitt, welcher Glühhitze aushält (zur Verbindung von Röhren u. dgl., welche im Feuer liegen): 4 Teile Eisenfeilspäne, 2 Teile Thon, 1 Teil zerstossene Scherben von hessischen Schmelztiegeln, sämtlich gut vermengt und mit gesättigter Kochsalzauflösung zu Teig gemacht, den man zwischen die Flantschen der Röhren legt und durch die Verbindungsschrauben zusammenpresst.

b. Ofenkitt, zum Ausstreichen der Fugen an eisernen Stubenöfen: feingesiebte Holzasche wird mit gleichviel zerstossenem gesiebten Lehm und etwas Salz vermengt; das Gemenge zum Gebrauch mit so viel Wasser angemacht, dass ein gut streichbarer Teig entsteht. (Das Salz befördert hierbei wie in ähnlichen Kittmischungen das Rosten der mit dem Kitt in Berührung stehenden Eisenflächen und somit die feste Anhaftung.) — Ein anderer der Hitze gut widerstehender Ofenkitt (den man aber sehr langsam trocknen lassen muss) wird durch innige Vermengung von Lehm, Sand, grober Eisenfeile, Salz, Kuhhaaren und Blut dargestellt, wobei es auf genaue Verhältnisse nicht ankommt. — Einfacher ist folgende Zusammensetzung: Mit einem Klumpen nicht zu fetten Lehmes von der Grösse zweier Fäuste knetet man einen Bogen graues grobes Löschpapier, den man vorher mit Milch angefeuchtet hat, so lange zwischen den Händen zusammen, bis die Fasern des Papieres sich gleichmässig in dem Lehm verteilt haben; dazu mischt man ferner 17,5 *g* Kochsalz und 17,5 *g* Eisenvitriol, beide fein gepulvert; endlich giebt man dem Ganzen durch Zusatz von Milch die zum bequemen Streichen dienliche Bildsamkeit.

c. Gewöhnlicher Eisenkitt (für Guss- und Schmiedeisen, z. B. Wasserröhren, Dampfkessel, Dampfröhren, Kochgefässe u. s. w.): 2 Teile gepulverter Salmiak und 1 Teil Schwefelblumen werden genau vermengt und in einem verstopften Glase vorrätig gehalten. Zum Gebrauch vermengt man 1 Teil dieses Pulvers mit 20 Teilen feinen Eisenfeilspänen und macht das Ganze mit Wasser an, dem der sechste Teil Essig oder eine sehr kleine Menge Schwefelsäure zugesetzt worden ist. Ganz frisch wird dieser Kitt in die Fugen hineingestrichen oder hineingestampft, nachdem die Berührungsflächen des Eisens gereinigt und womöglich etwas abgefeilt sind. Er erhärtet nach ein paar Tagen vollkommen und hängt sehr fest am Eisen, indem er mit diesem sowohl, als in sich selbst zusammenrostet (daher Rostkitt). Ausgezeichnet brauchbar ist auch folgende ähnliche Vorschrift: 1 Teil Schwefel, 2 Teile Salmiak, 16 Teile Eisenfeile gemengt; zum Gebrauch die erforderliche Menge dieses Gemisches mit dem gleichen Gewichte Eisenfeile sorgfältig vermischt und mit Wasser, dem einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt sind, zu dickem Brei angemacht. Ebenso: 100 Teile rostfreie Eisenfeilspäne (in deren Ermangelung fein zerstossene Dreh- und Bohr-

[1]) Z. d. V. d. I. 1887, S. 281, S. 863 m. Abb.
D. p. J. 1887, **263**, 230 m. Abb.

späne von Gussseisen) mit 1 Teil Salmiakpulver gemengt und mit Urin angefeuchtet. Zum Kitten feiner Gussstücke ersetzt man die groben Feilspäne zweckmässig durch feinpulvriges Eisen (dem *Ferrum pulveratum* der Apotheken) und erhält so einen zarten und geschmeidigen Kitt. — Die Kitte unter a., b. und c. dürfen nicht eher der Hitze ausgesetzt werden, als nachdem sie gebunden haben und ausgetrocknet sind.

d. Wasserdichter Kitt (Ölkitt) für Metalle jeder Art, besonders zur Anwendung im kleinen: Gemahlenes Bleiweiss (oder statt desselben Mennige) mit dickem Leinölfirnis zu einer steifen Salbe angerieben. Dieser Kitt trocknet zwar langsam, sitzt aber dann sehr fest und hält auch schon vor völligem Trocknen dicht. Zum Dichten der Fugen an Dampfröhrenleitungen, oder um die an solchen Röhren, an Dampfkesseln (ausserhalb des Feuers), an Gasröhren sich zeigenden undichten Stellen schnell und dauerhaft zu verstopfen, eignet sich der vorstehende Kitt (dem man auch gemahlenen Gips beimischen kann) gleichfalls; nicht minder sind dazu die folgenden wohlfeileren Mischungen empfehlenswert: Bleiweiss, Braunstein und weisser Pfeifenthon zu gleichen Teilen innig vermengt, mit gutem Leinölfirnis angemacht; — 2 Teile Mennige, 5 Teile Bleiweiss, 4 Teile Thon, ebenfalls mit Leinölfirnis; — der sogenannte Diamantkitt aus 1 Teil Bleiglätte, 1 Teil Schlämmkreide, 3 Teilen Graphit als feine Pulver gemengt und mit Leinölfirnis (etwa 1 Teil) zur bildsamen Masse angemacht; — 6 Teile Graphit, 8 Teile Kalk, 8 Teile schwefelsaurer Baryt, 3 Teile gekochtes Leinöl; — 2 Teile Bleiglätte, 1 Teil sehr fein gesiebter oder geschlämmter Flusssand, 1 Teil gebrannter Kalk, mit Leinölfirnis angeknetet. — Fein gepulvertes Zink mit Leinölfirnis angemacht. — Roggenmehl mit Leinölfirnis verrieben und dieser Mischung unter fortgesetztem Mengen geschlämmte Kreide (ebensoviel als Mehl angewendet wurde) zugesetzt.

e. Wasserdichter Kitt zur Anwendung im grossen, z. B. zur Verbindung gusseiserner Wasserleitungsröhren: 24 Teile hydraulischer Kalk (römischer Cement), 8 Teile Bleiweiss, 2 Teile Silberglätte, 1 Teil Kolophonium, sämtlich als feines durchgesiebtes Pulver innig miteinander vermengt; 20 bis 24 Teile dieses Gemenges mit 2 Teilen alten Leinöles angemacht, welches man mit 1 Teil Kolophonium bis zu dessen Auflösung im Sieden erhalten hat. — Oder: gleiche Gewichte gebrannter Kalk, römischer Cement, Töpferthon und Lehm werden einzeln gut getrocknet, sehr fein gemahlen, gesiebt, aufs innigste gemengt und schliesslich mit Leinöl soviel als nötig (ungefähr ein Sechstel des Gesamtgewichtes) angeknetet. Durch Vermehrung des Cementes in Verhältnis zu den übrigen Bestandteilen gewinnt dieser Kitt an Güte.

f. Zink-Kitt (vergleiche unter d.). Das in mehlartiges Pulver verwandelte Zink giebt auch mit Wasser angemacht ohne weiteren Zusatz einen guten Kitt zum Dichten von Dampfröhren u. dgl., der aber schnell angewendet werden muss, weil das Trocknen und Erhärten in sehr kurzer Zeit eintritt.

g. Harzkitt (zur Befestigung der Messer und Gabeln in silbernen Heften u. s. w.): 2 Teile schwarzes Pech in geschmolzenem Zustande mit 1 Teil feinen Ziegelmehles vermengt. Wird zur Anwendung durch Wärme flüssig gemacht und hält sogleich nach dem Erkalten fest.

h. Harzkitt zur Befestigung von Eisen an Stein oder Holz; 4 Teile schwarzes Pech, 1 Teil Wachs, 1 Teil Ziegelmehl; oder: 4 Teile schwarzes Pech und 1 Teil Schwefel zusammengeschmolzen, dann die zur gehörigen Verdickung erforderliche Menge Eisenfeilspäne und Ziegelmehl (oder feinen Sand) eingerührt. — Kleine Gegenstände kittet man gut mit Schellack, welcher in sehr feines Pulver verwandelt, gesiebt und zum Gebrauch mit starkem Weingeist zu Brei angemacht wird; nachdem man ihn zwischen die zu verbindenden Teile gebracht hat, müssen diese bis zu vollendetem Trocknen aneinander gepresst werden.

i) Harzkitt zur Befestigung der Metalle an Glas: 8 Teile fein gepulvertes Kolophonium, 2 Teile weisses Wachs, 4 Teile Eisenrot zusammengeschmolzen und mit 1 Teil venetianischem Terpentin gemischt; oder Schellack mit gleicher Menge fein gepulvertem Bimstein; oder 3 Teile Terpentin, 1 Teil Ätznatron und 5 Teile Wasser zu einer Art Seife gekocht und die Hälfte des Gewichts an gebranntem Gips, Zinkweiss, Bleiweiss oder geschlämmter Kreide hinzugesetzt.

k. Messingene oder eiserne Fassungen (Beschläge) an Glasgeräten werden erwärmtem Zustande durch Schellack (statt dessen man zuweilen Siegellack er ein durch Schmelzen bereitetes Gemenge von Schellack und sehr feinem nssteinpulver gebraucht), oder ohne Erwärmen durch Käsekitt (frischer noch nz weicher Käse mit $^1/_5$ bis $^1/_4$ gebrannten Kalkes zusammengerieben und nell verbraucht) befestigt. Eiweiss kann die Stelle des Käses vollkommen rtreten, ist eher zur Hand, aber kostspieliger. — Sehr gut ist für solche Fälle ch ein Kitt aus 4 Teilen gelbem Harz und 1 Teil Wachs, welche man zummenschmilzt und mit 1 Teile geschlämmtem Ziegelmehl oder Kreide innig vernngt; derselbe wird dünn auf die erwärmten Gegenstände aufgestrichen. — Oder: an lässt 8 Teile Tischlerleim in wenig Wasser weichen, erhitzt rasch zum Kochen d rührt 4 Teile Leinölfirnis oder 3 Teile venetianischen Terpentin hinein; eser Kitt wird warm aufgetragen, die gekitteten Gegenstände muss man 2 s 3 Tage lang zusammengebunden lassen. — Um Metallbuchstaben auf polier- n Flächen von Stein, Glas, Holz u. s. w. zu befestigen, dient ein Kitt aus Teilen Kopalfirnis, 5 Teilen Leinölfirnis, 3 Teilen rohem Terpentinöl, 2 Teilen reinigtem Terpentinöl, 5 Teilen Tischlerleim in wenig Wasser aufgelöst, 10 Teilen Pulver gelöschtem Kalk. Oder auch: 100 Teile fein gepulverte Silberglätte d 50 Teile trockenes Bleiweiss werden innig gemischt und mit gekochtem inöl und Kopallack zu einem knetbaren Teig verarbeitet. — Kleine und dünne echplättchen mit den Flächen aufeinander zu kitten, eignet sich, wenn es auf hnelles Trocknen nicht ankommt, (warm angewendete) Hausenblase-Auflösung, r man ein wenig Scheidewasser zugesetzt hat; ohne diese (auf Bewirkung ner Oxydation berechnete) Beimischung geht die Hausenblase von blanken etallflächen sehr leicht wieder los. Kitt zum vorläufigen Schliessen kleiner isse oder Löcher in Metall erhält man, indem man Stärkemehl mit einer arken Lösung von Chlorzink zu einem Teig anrührt.

l. Um Leder auf Metall zu befestigen, bestreicht man letzteres mit einer eissen Leimauflösung, tränkt das Leder mit einem warmen Galläpfelaufguss, gt dann beide Teile aufeinander, presst sie zusammen und lässt unter der ressung trocken werden.

m. Kitt um Holz, Papier oder Tuch auf Eisen zu befestigen: 16 Teile Veizenmehl werden mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt, den man ochen lässt, bis er dick wird; während des Kochens setzt man 1 Teil fein gepulvertes Kolophonium und 2 Teile durch Erwärmen dünnflüssig gemachten erpentin zu, wonach noch eine halbe Stunde unter fleissigem Rühren gekocht ird. Gegen Nässe hält dieser Kitt nicht. Damit er bei der Aufbewahrung icht eintrocknet, schlägt man ihn in ein stets feuchtzuhaltendes Tuch.

n. Zur Befestigung von Eisen in Stein dient sehr oft das Vergiessen mit Gips. Man meisselt in dem Steine ein gehörig weites und tiefes Loch aus, steckt n dasselbe das Eisen und verstreicht oder vergiesst den leeren Raum mit in Wasser angerührtem Gips, welchem man vorher ein Siebentel seines Gewichtes Eisenfeilspäne zusetzen kann, sofern die dadurch entstehenden Rostflecken nicht gescheut werden. Haltbarer, aber kostspieliger als Vergiessen mit Gips ist das ebenfalls gebräuchliche Vergiessen mit Blei, welches jedoch den Übelstand mit sich führt, dass zuweilen das Eisen in der Nähe des Bleies auffallend stark verrostet. Man wendet auch nicht selten Schwefel an, um Eisenwerk in Stein zu vergiessen, bemerkt aber dann zuweilen, dass (infolge der Ausdehnung des erstarrenden Schwefels) dünne Steinteile später zersprengt werden; diesem Übelstande soll durch Beimischung von Eisenoxyd (Kolkothar) zum Schwefel vorgebeugt werden. Ein mehr zusammengesetzter Kitt für die in Rede stehende Anwendung wird bereitet durch Zusammenschmelzen von 4 Teilen Kolophonium, 1 Teil Schellack, 2 Teilen Elemi, 6 Teilen Schwefel, und Hineinrühren von 10 Teilen Ziegelmehl.

V. Abschnitt.

Zurichten der Oberflächen metallner Gegenstände.

Die Arbeiten, welche hierher gehören, sind sehr mannigfaltig; sie machen in der Regel den Beschluss der ganzen Arbeits-Reihe, welcher die Metallerzeugnisse unterworfen werden müssen, um zu ihrer Vollendung zu gelangen. Sie dienen teils dazu, die betreffenden Gegenstände gegen die Einflüsse der Atmosphäre widerstandsfähiger zu machen, teils um ihnen ein schöneres Aussehen zu geben, oft aber werden durch die vorliegenden Arbeiten gleichzeitig beide Ziele verfolgt.

Der Zweck wird erreicht, indem man:

1) auf chemischem Wege den Metallarbeiten eine blanke Oberfläche und reine Metallfarbe giebt oder Zeichnungen hervorbringt (Abbeizen, Gelbbrennen des Messings und Tombaks, Weisssieden des Silbers, Sieden und Färben der Goldarbeiten, Ätzen) oder die Metallteile, welche die Oberfläche bilden, zu chemischen Verbindungen benutzt (Bronzieren, Braunmachen, sogenanntes Inoxydieren u. dgl.);

2) durch mechanische Mittel den Gegenständen nebst blankem Aussehen auch grosse Glätte bezw. Glanz verleiht (Schaben, Schleifen, Polieren);

3) die Oberflächen durch mechanische Mittel mit vertieften, bezw. erhabenen Zeichnungen versieht (Gravieren, Guillochieren, Kordieren, Punzen, Rändeln);

4) die Oberfläche teilweise oder völlig mit anderen Stoffen bedeckt (Überziehen mit Metallen, Glasflüssen, Farben und Lacken).

Es ist begreiflich, dass viele Metallarbeiten mehr als einer der hier aufgezählten Bearbeitungsweisen unterworfen werden: die Ordnung, in welcher dann die einzelnen Behandlungen aufeinander folgen, ergiebt sich aus der Natur der Sache selbst.

1. Zurichten der Oberflächen auf chemischem Wege.

A. Abbeizen, Abbrennen, Gelbbrennen. Um eine durch Glühen im Laufe der Bearbeitung auf den Metallgegenständen erzeugte dünne Oxydkruste wegzuschaffen und die reine Metalloberfläche blosszulegen, giebt es oft kein einfacheres Mittel als die Auflösung des Oxydes (Zunders) durch eine schwache Säure: dieses Verfahren heisst im allgemeinen Abbeizen, Blankbeizen oder schlechtweg Beizen.

Ein Sauerwasser, bereitet durch Einweichen und Gähren von Gersten- oder Roggenschrot unter Zusatz von Sauerteig, wird zuweilen zu diesem Zwecke

cht, häufiger jedoch verdünnte Schwefelsäure. Dieses Verfahrens ist in der Drähte und Bleche aus Messing und Tombak, sowie der Eisendrähte, heren Stellen bereits gedacht. Auch Kupferarbeiten macht man durch en in verdünnte Schwefelsäure blank. In allen diesen Fällen pflegt man Vasser nur wenig Schwefelsäure (1 bis 5 % seines Gewichtes) zuzusetzen eber eine etwas längere Zeit auf die Einwirkung hingehen zu lassen. Vird mit Glühspan überzogenes Eisen in verdünnter Schwefelsäure abge- so tritt unter Wasserstoffgas-Entwickelung eine nicht unbeträchtliche ıng auch des unter dem Glühspan liegenden Metalles ein, weil dieses r Säure stark angegriffen wird, was hingegen bei Kupfer und Kupfer- ngen nicht der Fall ist. Daher wird vom Abbeizen des Eisens, ausser Drahtzieherei und als Vorbereitung zum Verzinnen der Bleche u. s. w., enig Gebrauch gemacht: man entschliesst sich lieber, den Glühspan durch uern mit Sand oder durch Abfeilen zu entfernen. Enthält aber die aus felsäure (oder Salzsäure) und Wasser gemischte Sauerbeize nebenbei ge- rganische Stoffe, so fällt bei deren Einwirkung auf das Eisen von letzterem ühspan ab, ohne dass metallisches Eisen in merklicher Menge aufgelöst wie man aus der alsdann nicht stattfindenden Wasserstoffgas-Entwickelung t. Das bei der Reinigung des Rüböles durch Schwefelsäure sich ergebende asser verhält sich ziemlich auf solche Weise; vollkommen aber ist der , wenn man dem Gemische aus reiner Säure und Wasser eine nicht zu e Menge Holzteer oder Steinkohlenteer (als die wohlfeilsten und gelegen- nter den mancherlei anwendbaren Stoffen) zusetzt.

Gegossene Gegenstände aus Messing und Tombak, welche keiner eitung durch Feilen, Abdrehen u. s. w. unterliegen, müssen durch von der bräunlich, rötlich oder bunt angelaufenen Haut befreit n, mit welcher sie aus der Giessform kommen. Die aus Messing- Tombak-Blech und -Draht verfertigten Arbeiten, welche behufs des s oder um sie durch Ausglühen weich zu machen, stark erhitzt n, sind mehr oder weniger mit einer schwärzlichen Oxydkruste be- welche man wegbeizt. Meistens geht man in diesen Fällen nicht darauf aus, den Zunder zu beseitigen und die Naturfarbe des ter liegenden Metalles zum Vorscheine zu bringen, sondern es tritt ınlich — sei es, dass die Gegenstände nachher mit einem durch- gen Firnis überzogen, oder dass sie vergoldet werden sollen — die ht hinzu, die eigentliche Messing- oder Tombakfarbe in ein höheres feuriges Gelb zu verwandeln. Das hierzu dienliche Verfahren wird brennen oder Abbrennen genannt und besteht in der Anwen- zweier verschiedener Beizflüssigkeiten auf die vorläufig (zur Zer- ng anhängender Schmutz- und Fett-Teile) schwach ausgeglühten nstände. Durch eine schwache Beizflüssigkeit (Vorbeize), in wel- man sie entweder nur durch Eintauchen behandelt, oder erforder- Falles eine Stunde, auch länger liegen lässt, wird zuerst der er grösstenteils weggeschafft; die schöne Farbe des Metalles entsteht durch schnelles und fast nur augenblickliches Eintauchen in eine e Säure (die sogenannte Schnellbeize), worauf man die Stücke ich sorgfältig in reinem Wasser abspült und endlich mit Sägespänen cknet.

Die erwähnte Vorbeize besteht aus verdünnter Schwefelsäure (auf 1 Teil löl ungefähr 8 bis 10 Teile Wasser), zuweilen aus einer Auflösung von l Weinstein in 30 Teilen Wasser, welche man kochend auf die Gegenstände . Die Schnellbeize ist entweder Salpetersäure (von etwa 36 Grad am

Baumé'schen Aräometer, d. i. vom Einheitsgewichte 1,324), oder ein Gemisch von Salpetersäure (gewöhnlichem Scheidewasser) und starker Schwefelsäure (Vitriolöl). Im letzteren Falle ist das Verhältnis der beiden Säuren zu einander durchschnittlich so, dass auf 1 Teil Schwefelsäure 2 Teile Salpetersäure kommen. Dieses Verhältnis ist nicht ohne Einfluss auf die Art der Farbe, welche das Messing in der Beize erhält: bei weniger Schwefelsäure fällt dieselbe mattgelb, bei mehr Schwefelsäure höher und glänzender aus; hierbei ist natürlich auch die Stärke der Salpetersäure von bedeutendem Einflusse. Man setzt oft etwas Kochsalz und Ofenruss (Glanzruss von Holzfeuerung) zu, wahrscheinlich ohne wesentlichen Nutzen. Auffallend gute Wirkung soll dagegen eine Schnellbeize haben, welche man aus gewöhnlicher starker Salpetersäure und Schnupftabak oder feinen Holzsägespänen (1 Teil auf 11 Teile Säure) zusammenmischt; dabei beruht der Nutzen dieses Zusatzes wohl auf Zersetzung von Salpetersäure und Entbindung von salpetriger Säure oder Stickstoffoxyd.

Wenn der Schnellbeize Kochsalz zugesetzt wird, so entwickelt dieses bei seinem Zusammenwirken mit der Schwefelsäure und Salpetersäure eine entsprechende Menge Chlor, welches in der Flüssigkeit bleibt. Dieselbe Wirkung hat eine Beimischung von Salzsäure, die von einigen empfohlen wird (20 Teile Salpetersäure, 6 bis 10 Teile Schwefelsäure, 1 Teil Salzsäure und 1 Teil Glanzruss).

Beim Gelbbrennen einer grösseren Menge von Gegenständen verfährt man auf die Weise, dass man sie — kleine Stücke zu mehreren auf einmal an einem Drahte hängend oder in einer irdenen Henkelschale mit vielfach durchlöchertem Boden liegend — in eine mit der Vorbeize gefüllte steingutene Schale oder Schüssel einige Sekunden lang eintaucht, dann ebensolange in eine andere die Schnellbeize enthaltende Schale hält, ferner in vier Wassergefässen der Reihe nach abspült, und endlich in einen fünften mit reinem Wasser gefüllten Eimer wirft. Hat sich hier eine grosse Anzahl Stücke gesammelt, so trocknet man sie mit Tannenholz-Sägespänen und trennt zuletzt die anhängenden Späne durch Schütteln in einem Siebe. Befinden sich an den messingenen Gegenständen Eisenteile, wie z. B. bei Nägeln mit Messingköpfen, so erlangen erstere leicht eine unansehnliche rötliche Farbe oder derartige Flecken, weil in dem ersten bald stark kupferhaltigen Spülwasser das Eisen einen Kupfer-Niederschlag hervorbringt. Dies wird vermieden, indem man das Spülen nicht durch Eintauchen, sondern unter einem starken Wasserstrahl bewerkstelligt. Sind an den gelbgebrannten Gegenständen einzelne Teile mit dem Polierstahle zu glätten, so nimmt man sie zu diesem Zweck unmittelbar aus dem Wasser und trocknet sie erst nach dem Polieren in Sägespänen ab. Das Auftragen eines Firnisses oder das Vergolden muss sogleich nach dem Abtrocknen stattfinden. Beim Eintauchen der Messing- und Tombak-Waren in die Schnellbeize entwickeln sich starke rote Dämpfe von salpetriger Säure (welche man einzuatmen sich hüten muss); alter, schon oft gebrauchter Beize, welche diese Dämpfe nur in geringer Menge entwickelt, muss ein neuer Anteil Scheidewasser zugesetzt werden. Doch bemerkt man, dass in einer alten Beize zuletzt das Messing eine unansehnliche rötliche Farbe erhält (indem das Zink des behandelten Messings aufgelöstes Kupfer niederschlägt); in diesem Falle ist die Flüssigkeit nicht ferner zu gebrauchen. Durch alte Beize oder durch zu langes Verweilen in einer an sich noch guten Beize erhält das Messing oft ein trübes schwärzlichgraues Ansehen oder wenigstens derartige Flecken. Diesem Übel hilft man am schnellsten und sichersten dadurch ab, dass man die misslungenen Stücke getrocknet in Chlorzinkauflösung taucht, nach dem Herausnehmen bis zum völligen Trockenwerden schwach erhitzt und endlich in Wasser spült, worauf die reine gelbe Farbe erscheint. — Es ist durch Versuche erwiesen, dass beim Gelbbrennen die Schnellbeize Zink und Kupfer aus dem behandelten Messing nicht in dem Verhältnisse auflöst, wie sie darin enthalten sind, sondern Zink in merklich grösserem Maasse, wonach die Oberfläche der Gegenstände kupferreicher wird, als die innere Masse ist. Hierauf muss wohl wesentlich die Verschönerung der Farbe beruhen, zu welcher vielleicht nebenher auch die entstehende feine Rauhigkeit der Fläche etwas beitragen kann.

Ein besonderes Verfahren wird beim Gelbbrennen solcher Messingartikel

befolgt, welche ein feines zartes Matt bekommen sollen; es geschieht dieses Mattbrennen auf folgende Weise: die gegossenen oder aus Blech gearbeiteten Gegenstände werden zuerst in verdünnter Schwefelsäure wie gewöhnlich abgebeizt, dann auf die übliche Weise mit einem Gemisch von Salpetersäure (von 36° Baumé) und starker Schwefelsäure gelbgebrannt. Sowie sie hiernach in Wasser gehörig abgespült sind, taucht man sie in nachstehend beschriebene Mattbeize und lässt sie darin, bis das anfangs entstehende Aufbrausen und die damit verbundene Entwicklung roter Dämpfe aufhört. Dies dauert etwa $^1/_2$ Minute oder länger. Dann zieht man die Werkstücke heraus und spült sie in Wasser ab. Sie haben jetzt eine matte hellbraune Farbe. Zuletzt müssen sie nun noch einmal wie beim gewöhnlichen Gelbbrennen behandelt, d. h. in die Mischung von etwa 2 Teilen Salpetersäure und 1 Teil Schwefelsäure eingetaucht und gut in Wasser abgespült werden, wodurch das schöne gelbe Matt zum Vorschein kommt, welches durch einen Firnisüberzug geschützt wird. — Die Mattbeize wird auf folgende Weise bereitet: Man löst 1 *kg* Zink in 3 *kg* Salpetersäure von 36° Baumé auf und giesst diese Auflösung zu einer Mischung von 8 *kg* Salpetersäure mit 8 *kg* Schwefelsäure in eine grosse Porzellanschale. Die Flüssigkeit wird dann zum Sieden erhitzt und während des Gebrauches beständig im Sieden oder ganz nahe am Sieden erhalten.

Neusilber wird, um eine schöne weisse Farbe zu bekommen, auf ähnliche Weise abgebeizt wie Messing. Als Vorbeize bedient man sich aber der verdünnten Salpetersäure (1 Teil käufliches Scheidewasser, 12 Teile Wasser); als Schnellbeize einer Mischung aus gleichviel Scheidewasser und Vitriolöl.

B. Sieden oder Weisssieden des Silbers. Die aus legiertem Silber verfertigten Gegenstände sind teils — insofern sie während der Bearbeitung geglüht werden mussten — mit einer dünnen schwarzen oder schwarzbraunen Haut von Kupferoxyd überzogen, teils besitzen sie, wenn sie auch durch Feilen, Schaben u. s. w. blank gemacht sind, keine reine Silberfarbe, sondern sind destomehr rötlich weiss, je grösser der Kupferzusatz in der Legierung ist. Gleichwohl wünscht man allen Silberwaren das schöne Ansehen zu verschaffen, welches dem feinen Silber eigentümlich ist. Dieser Zweck wird erreicht, indem man, durch ein Auflösungsmittel, von der äusseren Oberfläche der Gegenstände das in der Legierung befindliche Kupfer beseitigt und dadurch bewirkt, dass die zurückbleibende sehr dünne Haut von feinem Silber die wahre Farbe des Metalles verdeckt. Damit jenes Auflösungsmittel (der Sud) gehörig auf das Kupfer zu wirken vermag, muss letzteres durch Glühen oxydiert sein; deshalb, sowie um allen Schmutz, welcher die vollkommene Wirkung des Sudes verhindern könnte, zu zerstören, werden die Stücke vor dem Sieden mässig und kurze Zeit geglüht. Nur solche Gegenstände, welche Elasticität oder Steifheit behalten sollen (wie die dünnen Uhrzifferblätter u. m. a.) werden nicht geglüht. Zum Sieden selbst wird eine säuerliche Flüssigkeit angewendet, welche wohl das Kupferoxyd aber nicht das Silber auflösen kann. Mehrere Zusammensetzungen sind hierzu geeignet.

Am gewöhnlichsten gebraucht man eine Auflösung von Weinstein (1 Teil) und Kochsalz (2 Teile) in Wasser (32 bis 48 Teile), worin man, nachdem sie in einem kupfernen Gefässe zum Kochen erhitzt ist, das Silber so lange liegen lässt, bis es beim Herausziehen blank erscheint. Die hierzu erforderliche Zeit ist nach dem Feingehalte des Silbers verschieden und beträgt z. B. bei 0,800 Feingehalt etwa 8 Minuten. — Sehr wirksam ist zum Weisssieden die verdünnte Schwefelsäure, welche man aus Vitriolöl und Wasser in solchem Verhältnisse zusammenmischt, dass das Gemisch einem sehr scharfen Essig an Geschmack

gleicht (dem Gewichte nach ungefähr 40 Teile Wasser auf 1 Teil Vitriolöl). — Das saure schwefelsaure Kali ist sehr gut anwendbar und wirkt so stark, dass dessen Auflösung in Wasser gar nicht erwärmt zu werden braucht.

Durch einmaliges Sieden erlangen die Silberwaren gewöhnlich noch nicht die genügende Weisse. Man reibt sie daher mit feinem Sande (oder, wenn die Oberfläche nicht glatt, sondern verziert ist, mit einer Kratzbürste von Messingdraht) ab, glüht sie abermals und wiederholt das Sieden. Oft wird das Glühen und Sieden sogar zum drittenmal vorgenommen. Arbeiten, welche matt bleiben sollen, werden vor dem zweiten Sieden mit einem Brei aus Wasser und Pottasche (oder gebranntem Weinstein, was wesentlich das nämliche ist) bedeckt, geglüht und in Wasser abgelöscht. Das Sieden wird sodann auf die gewöhnliche Weise vorgenommen. Die Pottasche wirkt durch ihre Fähigkeit, Kupferoxyd aufzulösen, und verleiht der Metallfläche ein gleichförmigeres und schöneres Matt.

Statt des Weisssiedens wird oftmals das Verfahren angewendet, die Gegenstände aus legiertem Silber mit einer galvanischen Versilberung zu versehen, was bei blank geschliffenen Sachen schon deshalb sich empfiehlt, weil in diesem Falle das vorgängige Glühen erspart wird.

C. Sieden und Färben des Goldes. Die Goldarbeiten bestehen aus einem Gemische von Gold und Kupfer, oder — noch öfter — Gold, Silber und Kupfer (S. 71). Bei dem während der Bearbeitung wiederholt vorfallenden Glühen oxydiert sich das Kupfer und bewirkt ein grau- oder braunschwarzes Ansehen der Oberfläche. Vor der Vollendung der Gegenstände muss die Oxyddecke weggeschafft und die natürliche Farbe der Legierung hervorgerufen werden. Dies ist die Absicht beim Sieden der Goldarbeiten, welches gewöhnlich mit stark verdünnter Salpetersäure (Stärkewasser) vorgenommen wird. Man kann sich aber auch der verdünnten Schwefelsäure bedienen.

Beide Säuren werden mit soviel Wasser gemischt, dass sie die Schärfe eines guten Essigs erhalten. Die Arbeitstücke werden schwach geglüht und nach dem Erkalten in der sauren Flüssigkeit gekocht, bis sie ganz rein und blank metallisch erscheinen.

Wenngleich durch das Sieden ein kleiner Anteil Kupfer von der Oberfläche des legierten Goldes entfernt worden ist, so reicht dies doch nicht hin, um die natürliche Farbe des Metalles wesentlich zu verändern. Diese Farbe ist aber, je nach Beschaffenheit des Zusatzes, hellgelb oder rötlichgelb, ja oft dem Kupferroten einigermassen nahe kommend (S. 73). Sehr oft will man, dass die Arbeitstücke mit dieser ihrer natürlichen Farbe erscheinen sollen; in anderen Fällen dagegen wird gefordert, dass das äussere Ansehen der Gegenstände dem des feinen (unlegierten) Goldes gleiche, welches sich durch die bekannte hochgelbe Farbe auszeichnet. Die Behandlung, durch welche dieser Zweck erreicht wird, heisst das Färben des Goldes und besteht darin, dass man auf der Oberfläche ein sehr dünnes Häutchen reinen Goldes erzeugt. Dies geschieht aber durch die Vereinigung zweier Wirkungen, indem 1) von der Oberfläche der Goldarbeiten ein Teil des in der Legierung enthaltenen Kupfers und Silbers entfernt und 2) eine sehr feine und gleichmässige Schicht reinen Goldes auf diese Oberfläche abgelagert wird.

Man behandelt in dieser Absicht die nach obiger Anweisung gesottenen Goldwaren mit einem Auflösungsmittel (Farbe, Goldfarbe), welches nicht nur Kupfer und Silber, sondern in geringem Masse auch Gold auflösen kann;

das Gold, welches aufgelöst worden ist, schlägt sich grösstenteils wieder auf die Stücke selbst nieder, in ähnlicher Weise wie ein blankes Eisenstück in einer kupferhaltigen Flüssigkeit sich mit Kupfer bedeckt.

Die Farbe der Goldarbeiter ist nach älterer Art ein fein gepulvertes Gemenge von 2 Teilen Salpeter, 1 Teil Kochsalz und 1 Teil Alaun, welches insbesondere Weissfarbe genannt wird, zum Unterschiede von der Grünfarbe, welcher unten gedacht werden soll. Das Gold, welches man färben will, muss vorher gereinigt und gesotten werden. Man bringt daher in einem eisernen Gefäss so viel Wasser zum Kochen als eben nötig ist, die Goldware zu bedecken, sättigt dasselbe mit Borax und legt die Gegenstände hinein, nimmt sie aber sogleich wieder heraus und glüht sie in frischem Kohlenfeuer, löscht sie rotglühend in Wasser ab und siedet sie schliesslich (am besten in einer bleiernen Schale) mit verdünnter Schwefelsäure oder (in einer Porzellanschale) mit verdünnter Salpetersäure, wodurch das auf der Oberfläche oxydierte Kupfer aufgelöst wird. Man reiht sie dann auf dünne Platindrähte und bewahrt sie bis zum Färben — falls dies nicht sogleich vorgenommen werden kann — unter reinem Wasser auf, um allen Schmutz abzuhalten.

Von der Farbe nimmt man das sechsfache Gewicht der darin zu behandelnden Goldware (das ist kein unumstössliches Verhältnis, da der Bedarf sich nach der Oberflächengrösse und nicht nach dem Gewichte der Gegenstände richtet), übergiesst sie in einem irdenen Topfe mit wenig (auf 32 Teile Farbe 5 Teile) Fluss- oder Regenwasser und lässt sie aufweichen, stellt den Topf auf Kohlenfeuer und fügt, wenn der Inhalt zu steigen anfängt, etwas Salzsäure vom Einheitsgewichte 1,16 (auf 25 Teile Farbe 1 Teil) unter Umrühren hinzu. Das Gemisch ist nun zum Gebrauche bereit. Man senkt die an dem Platindrahte hängenden Gegenstände in den fortwährend gelinde kochenden Brei, bewegt sie drei Minuten lang darin herum, zieht sie heraus und begiesst sie rasch über dem Farbetopfe mit ein wenig heissem Wasser, spült sie unverweilt in einer grösseren Menge heissen Wassers ab und bringt sie von neuem in die Farbe. Dieses Abspülen wird von Minute zu Minute wiederholt und das Verfahren in beschriebener Weise so lange fortgesetzt, bis der richtige schöne Farbenton zum Vorschein gekommen ist. Nach dem letzten Spülen legt man die Ware, die nun hochgelb und matt erscheint, in kaltes reines Wasser und trocknet sie endlich mittels erwärmter feiner Sägespäne von Buchenholz.

Nach dem gegenwärtig üblichen Verfahren besteht die Farbe nur aus Salpeter, Kochsalz und Salzsäure. Man nimmt (auf 1 *g* Goldware) 2 *g* über Feuer abgeknistertes Kochsalz und 4 *g* Salpeter, reibt sie trocken gut zusammen, lässt sie in einem irdenen Topfe mit ein wenig Wasser kochen und rührt so lange, bis das Ganze zu einem trockenen Pulver geworden ist; dann giesst man 3 *g* rauchende Salzsäure (Einheitsgewicht 1,165) hinzu, lässt bis zu völliger Auflösung und sehr merklicher (durch den Geruch erkennbarer) Entwickelung von Chlorgas sieden, bringt nun die Goldware hinein und bewegt sie fleissig herum, indem man sie nur zuweilen auf einen Augenblick hebt, um das Hervorkommen der hochgelben Farbe zu beobachten. Gewöhnlich nach 5 bis 6 Minuten, während die Flüssigkeit stetig kocht und Chlorgas nebst salpetrigsaurem Dampf aufstösst, ist das Geschäft vollendet: man spült die Gegenstände so rasch als möglich in zwei Gefässen mit kochendem Wasser, unmittelbar hernach in einer grossen Menge kalten Wassers, und taucht sie endlich noch einmal in reines kochendes Wasser, damit sie beim Herausziehen schnell von selbst abtrocknen. Wasser während des Verweilens der Ware in der Farbe zuzusetzen, muss thunlichst vermieden werden, ist aber nötig, wenn die Masse durch das Einkochen zu steif wird; das zugefügte Wasser muss jedenfalls kochend sein. Die gelöteten Stellen färben sich anfangs schwärzlich, werden aber nachher ebenfalls gelb. Gegenstände, welche vorher glanzgeschliffen waren, kommen fast völlig glänzend aus der Farbe und bedürfen höchstens einer geringen nachträglichen Bearbeitung mit der Kratzbürste. Die gebrauchte Farbe kann nicht ein zweitesmal angewendet werden, wird aber wegen ihres Goldgehaltes zurückgestellt.

Sehr stark legiertes Gold (unter 14 Karat oder 0,583 fein) wird durch die

Behandlung in der Farbe schwarz und unansehnlich, lässt sich daher nicht färben, weil der grosse Kupfergehalt ein Hindernis ist.

Der chemische Vorgang beim Färben ist folgender: Der Salpeter wird durch einen Anteil Salzsäure zersetzt und entwickelt Salpetersäure, durch deren Einwirkung auf einen anderen Teil Salzsäure Chlor frei wird; dieses verbindet sich mit Kupfer, Silber und Gold. Kupfer und Silber bleiben in der Flüssigkeit (welche namentlich durch die Gegenwart des Kochsalzes fähig ist, das erzeugte Chlorsilber zum Teil aufzunehmen); das Gold aber schlägt sich grösstenteils wieder auf die Arbeitstücke nieder. Ein Goldgehalt der Farbe ist demnach wesentlich; deshalb enthält auch die gebrauchte Farbe eine kleine Menge Gold, welches darin teils aufgelöst, teils in metallischer Gestalt mechanisch eingemengt ist. Zuweilen beträgt die Menge des Goldes in 1 *kg* alter Farbe 3 *g*. Man kann dasselbe gewinnen, indem man die Farbe mit einer kleinen Menge Königswasser vermischt (um das nur eingemengte Gold aufzulösen), mit reinem Wasser völlig flüssig macht, filtriert und durch Eisenvitriol-Auflösung niederschlägt. In dem weissen Bodensatze, welcher sich in der gebrauchten Farbeflüssigkeit findet, ist nebst Kochsalz und Salpeter eine kleine Menge Chlorsilber enthalten, welches zurückbleibt, wenn dieser Bodensatz durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure aufgelöst wird.

Die sogenannte Grünfarbe, welche jetzt fast ausser Gebrauch gekommen ist, weil sie dem Golde leicht eine ungleiche und fleckige, wenngleich übrigens sehr schöne Farbe erteilt, hat folgende Zusammensetzung: Drei Teile Salmiak, ein Teil Salpeter, drei Teile Grünspan und ein Teil Eisenvitriol werden fein gepulvert und gemengt, mit Essig zu einem Brei angemacht, mittels eines Pinsels möglichst gleichmässig auf die Arbeit aufgetragen, wonach man letztere bis zum Schwarzwerden der Masse über Kohlenfeuer erhitzt, in Wasser ablöscht und abspült.

Die gefärbten Goldarbeiten erscheinen — wenn die Behandlung gelungen ist — mit einer gleichförmigen, feurigen und hochgelben Farbe. Sollen an gefärbten Gegenständen einzelne Teile mit der natürlichen roten Farbe des legierten Goldes sich zeigen, so werden dieselben abgeschabt, wodurch die feine Goldhaut von der Oberfläche weggenommen wird.

Der Zweck des Färbens der Goldwaren kann auch dadurch erreicht werden, dass man dieselben — durch Sieden völlig blank gemacht — mit einer schwachen galvanischen Vergoldung versieht (wovon weiter unten gehandelt wird); der so erhaltene Goldüberzug sitzt aber weniger fest auf der Ware.

D. Ätzen. Behandelt man eine Fläche nur zum Teil mit einer das Metall angreifenden Flüssigkeit, so ändert nur dieser Teil sein Aussehen. Man nennt nun das angedeutete Verfahren, vermöge wessen Linien und Figuren auf die Metallflächen gezeichnet werden können, das Ätzen.

Im allgemeinen besteht das Verfahren des Ätzens darin, dass man die durch eine Zeichnung zu verzierende oder mit Aufschriften u. s. w. zu versehende Metallfläche mit einem dünnen Überzuge harzigen oder ähnlichen Stoffes (Ätzgrund) versieht, in diesem die Züge der Zeichnung u. s. w. bis auf das blanke Metall einreisst oder herausschabt, und nun eine Flüssigkeit einwirken lässt, welche das Metall auflöst, ohne den Ätzgrund anzugreifen. Nach dem Wegnehmen des letzteren erscheinen die geätzten Züge matt und desto mehr vertieft, je stärker die Flüssigkeit (das Ätzwasser) war, und je länger sie gefressen hat.

Der gewöhnliche Ätzgrund wird durch Zusammenschmelzen von 2 Teilen weissem Wachs, 2 Teilen Mastix und 1 Teil Asphalt; oder 3 Teilen weissem Wachs, 2 Teilen Kolophonium und 4 Teilen Asphalt; oder 4 Teilen weissem Wachs, 4 Teilen Asphalt, 1 Teil schwarzem Pech und 1 Teil burgundischem Pech; oder 2 Teilen weissem Wachs, 2 Teilen Asphalt, 1 Teil schwarzem Pech

und 1 Teil burgundischem Pech bereitet. Der fein gepulverte Asphalt (Judenpech) wird erst zugesetzt, nachdem die übrigen Zuthaten miteinander flüssig geworden sind. Man formt Walzen oder Kugeln, indem man die Mischung in warmes Wasser giesst und darin mit den Händen knetet. Zum Gebrauch wird ein Stück des Ätzgrundes in feine Leinwand, dann noch in lockeren Taft eingeschlagen und auf dem erwärmten Metalle mit gelindem Drucke herumgeführt: die geschmolzene Masse schwitzt hierbei durch die feinen Zwischenräume der Leinwand und des Taftes und überzieht die Metallfläche mit einer dünnen Harzschicht, welche beim Erkalten hart wird. In einzelnen Fällen kann man statt des Ätzgrundes ausschliesslich weisses Wachs anwenden, namentlich wenn die Zeichnung, welche man zu machen hat, keine feinen Züge enthält.

Um das Ätzwasser auf die entblössten Stellen des Metalles mit Bequemlichkeit so lange als nötig wirken zu lassen, fasst man den betreffenden Teil der Fläche mit einem Rande von Wachs (dem etwas Terpentin zugesetzt ist, um es knetbarer zu machen) ein, und schüttet innerhalb desselben die Flüssigkeit auf. Nur selten wird es angehen oder nötig sein, ein Arbeitstück ganz mit Ätzgrund zu bekleiden und es in das Ätzwasser zu legen. Nach Beendigung des Ätzens spült man die Arbeit wiederholt mit reinem Wasser ab, trocknet sie mit einem leinenen Tuche und wäscht den Ätzgrund mittels Terpentinöl weg. — Als Ätzwasser gebraucht man: a. auf Kupfer, Messing und Silber: stark mit Wasser verdünntes Scheidewasser; b. auf Eisen und Stahl: eine Mischung von 420 *g* Wasser, 15 *g* ätzendem Quecksilbersublimat, 1 *g* Weinsteinsäure und 16 bis 20 Tropfen Salpetersäure; c. auf Gold: mit Wasser verdünntes Königswasser.

Beim Ätzen feiner Zeichnungen in Kupfer ist die Anwendung eines nur aus Scheidewasser (Salpetersäure) und Wasser gemischten Ätzwassers der Erfahrung nach nicht zweckmässig. Weit mehr kann folgende Bereitung empfohlen werden: Man löst in Scheidewasser so viel Kupfer auf, als es aufzunehmen vermag, und zugleich bereitet man eine gesättigte Auflösung von Salmiak in Essig. Drei Massteile der Kupferauflösung vermischt man sodann mit einem Massteile der Salmiakauflösung, wodurch eine grünliche Flüssigkeit entsteht, welche man klar abgiesst und auf die mit dem Wachsrande eingefasste Kupferplatte bringt, wo man sie durch vorsichtiges Zutröpfeln von Scheidewasser, unter gleichzeitigem Umrühren mit einer Federfahne, so lange verschärft, bis sie in hinlänglichem Grade ätzt. — Die wesentlich durch Gehalt an Salpetersäure wirkenden Ätzwasser entwickeln während des Ätzens Bläschen von Stickoxydgas, welche fleissig mittels eines Pinsels oder einer Federfahne entfernt werden müssen, damit die Linien gleichmässig einfressen; auch ätzen sie leicht mehr in die Breite als in die Tiefe. Von beiden Fehlern ist das nachstehende zum Gebrauch auf Kupfer bestimmte Ätzwasser frei: Man nimmt 10 Gewichtsteile rauchende Salzsäure (Einheitsgewicht 1,19), verdünnt sie mit 70 Gewichtsteilen Wasser und setzt dazu eine siedende Auflösung von 2 Gewichtsteilen chlorsaurem Kali in 20 Gewichtsteilen Wasser. Um zart zu ätzen, kann man dieser Flüssigkeit noch 100 oder 200 Gewichtsteile Wasser beifügen. — Auch eine mit Kochsalz gesättigte Auflösung von Eisenchlorid soll sich sehr gut zum Ätzen des Kupfers eignen.

Zum Ätzen des Stahls gebraucht man ausser der oben angegebenen Flüssigkeit noch manche andere. Sehr empfohlen wird z. B. eine Mischung aus 120 Gewichtsteilen Weingeist von 80% (statt dessen bei sehr dünn aufgetragenem Ätzgrund 48 Gewichtsteile solchen Weingeistes und 72 Gewichtsteile destillierten Wassers), 8 Gewichtsteilen reiner Salpetersäure vom Einheitsgewicht 1,22 und 1 Gewichtsteil kristall. salpetersauren Silbers in wenig Wasser gelöst. Hiermit verwandt ist folgendes, in Frankreich unter dem Namen *Glyphogène* erfundene Ätzmittel: Man bereitet drei Flüssigkeiten: a. Vorätzwasser durch Vermischung destillierten Wassers mit 5% chemisch reiner Salpetersäure vom Einheitsgewicht 1,22 und ein Zehntel Raumteil Weingeist von 80%; b. Ätzwasser aus 60 Gewichtsteilen destill. Wasser, 30 Gewichtsteilen Weingeist, 12 Gewichtsteilen der erwähnten Salpetersäure und 1 Gewichtsteil kristallisiertem salpetersauren Silberoxyd; c. Spülwasser aus 3 Raumteilen destill. Wassers und 1 Raumteil Weingeist. Die vorgezeichnete und mit einem Wachsrande

eingefasste Stahlplatte wird zuerst mit Vorätzwasser übergossen, welches man einige Minuten darauf stehen lässt, bis sich die Striche gleichmässig braun färben, dann mit Spülwasser abgespült und mittels eines Blasebalges möglichst schnell getrocknet. Hiernach giesst man wieder Vorätzwasser auf, und ersetzt dasselbe — nachdem die Striche braun gefärbt erscheinen — durch Ätzwasser, welches 12 *mm* hoch stehen soll. Nach 4 bis 5 Minuten langer Einwirkung (während welcher man den sich erzeugenden feinen Schlamm nicht eher mittels eines Haarpinsels beseitigt, als wenn er die ganze Fläche gleichförmig bedeckt) spült man die Platte mit gewöhnlichem Wasser reichlich ab und bearbeitet sie dabei mit dem Pinsel bis zu vollendeter Reinigung aller Linien. Man giesst sodann von neuem Spülwasser auf, trocknet wieder, bringt Vorätzwasser und ferner an dessen Stelle Ätzwasser darauf. In dieser Weise wird fortgefahren, bis die gewünschte Tiefe der Ätzung erreicht ist. Platte und Ätzflüssigkeiten sollen die Temperatur von 18 bis 19° C. haben. — Eine Auflösung von 2 Teilen Jod und 5 Teilen Jodkalium in 40 Teilen Wasser (zu zarten Ätzungen mit ferneren 40 Teilen Wasser verdünnt) wird zum Ätzen des Stahls empfohlen, möchte aber für allgemeinere Anwendung zu teuer sein.

Wenn man einzelne Stellen einer geätzten Zeichnung noch tiefer ätzen will, so trägt man auf die dabei zu schonenden Teile — nach sorgfältigem Abspülen mit Wasser und Abtrocknen durch weiches Löschpapier — mittels des Pinsels einen Deckgrund auf, und setzt das Ätzen fort. Der Deckgrund oder Deckfirnis kann am einfachsten durch Auflösen des gewöhnlichen Ätzgrundes in wenig Terpentinöl dargestellt werden.

Galvanische Ätzung (Ätzen durch Galanismus)[1]) ist ein wahrscheinlich ganz zu entbehrendes Ätzverfahren, dessen vorteilhafter Erfolg bestritten wird.

Zuweilen beabsichtigt man, Verzierungen oder Aufschriften durch Ätzen dergestalt hervorzubringen, dass sie glänzend und etwas erhaben auf mattem Grunde erscheinen: insbesondere ist dieses Verfahren für Stahl (bei feinen Messern, Scheren, Rasiermessern, Säbel- und Degenklingen) sehr im Gebrauch. Zur Verfertigung solcher Gegenstände (welche damaszierte Arbeit genannt werden) muss die Stahlfläche zunächst fein poliert und durch Reiben mit Kalk und Branntwein von allem Fette befreit werden. Dann schreibt oder zeichnet man auf dieselbe mit einer dicken Auflösung des Ätzgrundes in Terpentinöl und bedeckt gleicherweise alle übrigen Stellen, welche glänzend bleiben sollen. Setzt man sodann die Arbeit den Dämpfen von Salzsäure aus, bis die entblösst gebliebenen Teile des Stahles matt geworden sind, und wäscht endlich den Ätzgrund mit Terpentinöl ab, so ist der Zweck erreicht. Zur Entwickelung der salzsauren Dämpfe giesst man auf Kochsalz in einer irdenen Schale etwas starke Schwefelsäure und rührt um; die Stahlarbeiten werden in geringer Entfernung über die Schale gehalten.

Statt des Zeichnens mit aufgelöstem Ätzgrunde kann man sich für feinere Darstellungen (z. B. Landschaftsbilder, Teilstriche und Ziffern stählerner Massstäbe u. s. w.) des lithographischen Überdruckes bedienen, indem man einen ganz frischen auf Papier gemachten Abdruck des Steins auf die Stahlfläche legt, anreibt oder anpresst, nach Entfernung des Papiers Wasser aufbringt, die benetzte Fläche mit dünner Steindruckfarbe einwalzt (die nur an den fetten Zügen haftet), endlich ätzt.

Um auf Gegenständen von Messingblech eine feinkörnige Oberfläche (Körnung, Grainierung) herzustellen, behandelt man dieselben mit Säuren, die mit Zinksalz fast gesättigt sind, beizt dann in einem Bad von 2 Schwefelsäure,

[1]) D. p. J. 1841, **80**, 140.

1 Salpetersäure und sehr wenig Kochsalz blank, trocknet in warmen Sägespänen und überzieht die Gegenstände mit einem durchsichtigen glanzlosen Goldfirnis.

E. Bronzieren. Man versteht hierunter ursprünglich diejenige Behandlung, durch welche Gegenstände aus Metall (oft aber auch aus Holz, Gips u. s. w.) der Bronze — d. h. der Legierung aus Kupfer und Zinn — im Ansehen ähnlich gemacht werden. Doch bezeichnet der technische Sprachgebrauch auch manche verwandte Arbeiten mit dem Namen des Bronzirens, bei welchen es nicht eben auf eine Nachahmung der Bronze, sondern überhaupt nur auf Erzeugung eines dünnen farbigen, das Ansehen verschönernden oder das Anlaufen und Rosten verhindernden Überzuges abgesehen ist. Die Wirkung des Bronzierens besteht entweder: in der Darstellung metallisch glänzender Oberflächen von gelber oder anderer Farbe; oder in der Hervorbringung einer gelben, bräunlichen u. s. w. Farbe von unvollkommenem Glanze und mehr oder weniger Ähnlichkeit mit der durch den Einfluss der Luft matt und dunkel gewordenen Bronze; oder endlich in der künstlichen und schnellen Erzeugung (auch in der blossen täuschenden Nachahmung) jenes grünen Rostes, welchen Arbeiten aus Bronze durch die jahrhundertelang dauernde Einwirkung der Witterung allmählich erlangen.

Der Zweck wird auf chemischem oder auf mechanischem Wege erreicht. Die mechanischen Verfahren werden weiter unten (unter IV) Erörterung finden, von den chemischen Bronzierverfahren sollen hier die gebräuchlichsten angeführt werden:

1) Büsten, Standbildern u. dgl., welche aus Bronze gegossen sind, benimmt man gewöhnlich vor ihrer Aufstellung den grellen Metallglanz, und giebt ihnen eine mattere bräunliche Farbe, wie sie durch das Verweilen im Wetter von selbst, nur langsamer, zum Vorscheine kommen würde. Zu diesem Zwecke löst man 4 Teile Salmiak und 1 Teil Sauerkleesalz in 210 Teilen Essig auf, befeuchtet mit dieser Flüssigkeit eine weiche Bürste und reibt damit so lange das blanke Metall, bis die bearbeitete Stelle ganz trocken ist. Diese Behandlung wird mehrmals wiederholt und gelingt am besten bei gelinder Wärme, also im Sonnenschein oder in einem mässig geheizten Zimmer.

2) Durch Schwefelwasserstoffgas lässt sich ein ähnlicher Erfolg erreichen, indem die Bronze durch Bildung von Schwefelkupfer eine braune Farbe annimmt. Man stellt in diesem Falle die Bronzegusswaren in einem verschlossenen Raume auf, und in demselben zugleich irdene Schalen mit einer Auflösung von Schwefelleber in dem dreissigfachen Gewichte Wasser.

3) Eine grauschwarze Bronzierung auf kupfernen Gegenständen entsteht, wenn man diese kurze Zeit in eine sehr schwache Schwefelleber-Auflösung legt, dann in reinem Wasser abspült, abbürstet und abtrocknet.

4) Um Kupfer mit einem dauerhaften und schönen bräunlich-grauen Überzuge zu versehen, vermengt man recht innig 4 Teile verwittertes Glaubersalz, 3 Teile fein gepulvertes Schwefelantimon *(Antimonium crudum)* und 1 Teil Holzkohlenpulver, trägt dieses Gemenge nach und nach in einen schon rotglühenden hessischen Schmelztiegel ein, bedeckt letzteren mit einem Ziegelsteine und wartet bis die Masse zu schäumen aufhört. Dann giesst man den Inhalt aus, überschüttet ihn in einer Porzellanschale mit Wasser, fügt $^1/_2$ Teil Schwefelblumen hinzu, kocht anhaltend und filtert zuletzt. In die so erhaltene (nötigenfalls noch mit Wasser verdünnte) Flüssigkeit taucht man — nachdem sie zum Sieden erhitzt ist — die mit feinem Sande und verdünnter Salzsäure abgeriebenen, auch wohl polierten, an einem Faden hängenden Gegenstände wenige Augenblicke ein, worauf sie unverzüglich in Wasser gespült und abgetrocknet werden.

5) Kupfernen Gegenständen erteilt man öfters eine gelblich-braune oder rotbraune Farbe und einen sanften Glanz dadurch, dass man künstlich die Bildung einer dünnen Lage Kupferoxydul auf ihrer Oberfläche veranlasst. Man nennt diese Art Bronzierung Patine und das Verfahren, wodurch sie hervorgebracht wird, patinieren. Kupferne Gefässe werden oft auf diese Weise bronziert oder patiniert, um ihnen eine gefällige rot-braune Farbe zu geben, welche leichter rein zu halten ist, als die blanke metallische Oberfläche. Bei kupfernen (unrichtig bronzene genannten) Denkmünzen wendet man das Bronzieren oder Patinieren immer an, weil die dadurch erlangte Farbe angenehmer ist, als die kupferrote, und nicht so leicht Flecken annimmt oder Grünspan ansetzt. Um Gefässe zu bronzieren, trägt man auf dieselben, nachdem sie ganz blank geschabt, mit Bimsstein geschliffen und allenfalls mit Tripel poliert sind, einen Brei aus Kolkothar und Wasser auf, lässt sie trocknen, erhitzt sie zum Rotglühen und wischt sie wieder rein ab. — Oder man reibt 1 Teil feine Horn-Raspelspäne, 4 Teile Grünspan und 4 Teile Kolkothar mit etwas Essig zu einem zarten Brei, bestreicht damit das gereinigte Kupfer, hält es so lange über Steinkohlenfeuer, bis der Anstrich trocken und schwarz geworden ist, wäscht rein ab und trocknet. — Oder man löst 1 Teil kristallisierten Grünspan nebst 1 Teil Salmiak in 360 Teilen Wasser auf, bestreicht damit das blanke, über einem Kohlenfeuer zu gleichförmigem Anlaufen erhitzte Kupfergefäss, trocknet es behutsam wieder ab, und wiederholt dieses Verfahren 6 bis 10mal, wodurch eine gelbe Farbe entsteht. Um diese in Braun überzuführen, giebt man noch etwa 20 Anstriche, diese aber ohne Anwendung von Wärme. Ist der gewünschte Ton erreicht, so legt man das Kupfer in reines Wasser, trocknet es nach dem Herausnehmen sehr behutsam ab und erhitzt es schliesslich über einem schwachen Kohlenfeuer, wodurch die Bronzierung sich befestigt. — Die Verfahrungsarten beim Bronzieren der Denkmünzen sind teilweise verschieden. Folgendes Verfahren liefert mit Sicherheit und Leichtigkeit eine angenehme gelblich-braune, zuweilen dem Orangegelben sich nähernde Farbe. Man löst 2 Teile Grünspan und 1 Teil Salmiak in Essig auf, kocht die Auflösung in einer Porzellan-Schale unter Abschäumen, bis sich kein Schaum mehr erzeugt, und verdünnt sie so stark mit Wasser, dass sie nur einen schwachen Geschmack behält, auch bei fernerem Wasserzusatze keinen weissen Niederschlag mehr fallen lässt. Nun wird die Flüssigkeit klar von dem Bodensatze abgegossen, das Gefäss aber gereinigt. Sodann wird erstere wieder eingegossen, so schnell wie möglich zum Kochen gebracht und siedend über die zu bronzierenden Medaillen geschüttet. Diese (welche ganz rein von Fett und Schmutz sein müssen) hat man in einer andern porzellanenen oder kupfernen Schale so auf einen hölzernen oder kupfernen Rost gestellt, dass nur ihr Rand auf zwei Punkten aufliegt, die Flächen aber völlig frei stehen und der Flüssigkeit ungehindert Zugang gestatten. Man setzt das Gefäss mit den Münzen ohne Verzug auf das Feuer, damit die Flüssigkeit darin nicht erkaltet, sondern sogleich fortfährt zu sieden. Von diesem Zeitpunkte an hängt das Gelingen der Arbeit bloss davon ab, dass fleissig nachgesehen und jedes bronzierte Stück im rechten Augenblicke herausgenommen wird. Wie lange die Stücke in der kochenden Flüssigkeit verweilen müssen, wird durch die Stärke der letzteren bestimmt, welche man übrigens nicht leicht zu sehr verdünnt anwenden kann. In einer sehr schwachen Flüssigkeit dauert zwar die Behandlung länger, aber die Bronzierung fällt schöner aus und sitzt fester, auch hat man nicht nötig zu eilen und gerät nicht in Gefahr die Stücke zu verderben. Ist dagegen die Flüssigkeit zu stark, so haftet die Bronzierung nur schwach und reibt sich schon beim Abtrocknen mittels eines leinenen Tuches ab. Die vollendeten Münzen werden (wenn man eine grössere Anzahl zugleich behandelt) mittels des Rostes aus der Schale genommen und schnell in ein geräumiges, mit Wasser gefülltes Gefäss gelegt. Aus diesem nimmt man sie dann einzeln, um sie auf das sorgfältigste mit reinem Wasser abzuspülen, recht gut abzutrocknen und endlich mit einer weichen trockenen Bürste zu reiben, wodurch der Glanz vermehrt wird. — Kocht man die blanken kupfernen Münzen in starker Auflösung von chlorsaurem Kali, welcher man salpetersaures Ammoniak zugesetzt hat, so entsteht eine angenehm gelblich-braune Bronzierung.

welche durch nachheriges Erhitzen der gewaschenen und getrockneten Stücke beliebig dunkler und mehr rotbraun gemacht werden kann. Bürsten hebt die Farbe bedeutend, allein matte Teile verlieren dabei ihr Matt.

6) Braune und schwarze Bronzierung des Messings (z. B. für Auszieh-Taschenfernröhre u. s. w.), desgleichen des Kupfers. — Wismut oder Silber, oder kupferhaltiges Silber, oder nur Kupfer, löst man in so viel Salpetersäure auf, dass von letzterer ein Überschuss vorhanden ist. Mit einer dieser Auflösungen bestreicht man, nachdem sie mit viel Regenwasser verdünnt worden ist, das Metall, welches hierauf bis zum gänzlichen Abtrocknen und Schwarzwerden erhitzt wird. Dann reibt man die noch warme Oberfläche mit einem trockenen Leder oder einer Bürste, oder mit wachsbestrichenem weichen Löschpapier und zuletzt mit einem wollenen Tuche. Starke Salpetersäure allein leistet denselben Dienst wie salpetersaure Kupferauflösung. Die Farbe der Bronzierung ist bei Anwendung von Wismut tiefbraun, von Silber oder Kupfer schwarz. In jedem Falle kann man sie in Dunkelschwarz dadurch verändern, dass man nachträglich die Gegenstände etwa eine halbe Stunde lang über ein Gefäss legt, worin sich eine starke Schwefelleberauflösung (zur Beschleunigung des Erfolges allenfalls mit einer kleinen Beimischung von Salzsäure) befindet. — Eine haltbare braune Bronzierung für Messing ist folgende: Man löst 1 Teil kristallisierten Grünspan nebst 1 Teil Salmiak in 256 Teilen Wasser auf, und bereitet ausserdem eine gleiche Auflösung mit 600 Teilen Wasser. Das Messing wird 2 bis 3 Minuten lang mit der ersten Flüssigkeit bestrichen, worauf es grün wird. Nun hält man es über ein nicht zu starkes Kohlenfeuer, bis es mit Kupferfarbe anläuft, bestreicht es mit der zweiten (schwächeren) Flüssigkeit, lässt es abdunsten und wiederholt Bestreichen und Erwärmen 10 bis 25mal, bis endlich die anfangs olivengrüne Farbe gänzlich in ein gleichmässiges Braun übergegangen ist. Flecken, die sich etwa während der Arbeit zeigen, sind sogleich mit feinem Ziegelmehl abzureiben.

7) Braune Bronzierung für Zink. — Aus Zink gegossenen Vasen, Bildsäulen, Büsten u. s. w. giebt man eine schwarzbraune Bronzierung durch Bestreichen mit Kupfervitriolauflösung. Werden hierauf die hervorragendsten Stellen anhaltend mit einem wollenen Lappen gerieben, so nehmen sie einen kupferroten Glanz an, der die Ähnlichkeit mit wirklicher Bronze erhöht. — Die Auflösung des Grünspanes in Essig erzeugt ebenfalls eine brauchbare braune Bronzierung. — Löst man Kupferchlorid (durch Auflösung von Kupferasche in starker Salzsäure, Abdampfen und Kristallisieren bereitet) in sehr viel Wasser auf, und behandelt damit das Zink durch Einlegen oder Bestreichen, worauf Erwärmen, Bürsten, Spülen in Wasser und Abtrocknen folgt, so entsteht eine braune, schwarzbraune oder braunschwarze Bronzierung, je nach der Stärke der Kupferauflösung und dem Wärmegrade. Die Farbe ist dagegen kupferrot, wenn man eine Auflösung von Chlorkupfer in Salmiakgeist anwendet, und sie zieht ins Gelbe, wenn eine mit Essig versetzte Auflösung des Chlorkupfers in Wasser gebraucht wird. — Die schönste Bronzierung nehmen diejenigen Zinkgussartikel an, deren Metall mit 8 bis 10% Kupfer und 1% Gusseisen gemischt ist. — Bestreicht man die bronzierten Zinkgegenstände mit einer sehr verdünnten Auflösung des Chlorkupfers und lässt sie ruhig an der Luft trocken werden, so bekommen sie nach und nach das grüne Ansehen der Antikbronze.

8) Schwarze Bronzierung für Zink. — In 1 *kg* Weingeist werden 100 *g* Antimonchlorür (Spiessglanzbutter) aufgelöst, dazu setzt man 50 *g* Salzsäure; der Gegenstand wird mit dieser Flüssigkeit bestrichen, sogleich wieder abgewischt, nochmals bestrichen, an einem warmen Orte so schnell wie möglich getrocknet, endlich mit Leinölfirnis abgerieben.

9) Oxydiertes Silber werden fälschlich solche Silberwaren oder versilberte Gegenstände genannt, welchen durch Überziehen mit einer zarten Lage Schwefelsilber eine dunkelgraue Farbe erteilt ist. Man legt die fertig gearbeiteten und polierten Stücke in eine sehr schwache Auflösung von Schwefelleber in Wasser, wozu etwas Salmiakgeist gemischt ist, oder in sehr verdünntes Schwefelammonium, spült sie nach Erscheinen des gewünschten Farbentones in reinem Wasser, trocknet sie und vollendet sie durch Glanzschleifen, welches der

Überzug bei gehöriger Behutsamkeit gut verträgt. Besonders neben goldenen Bestandteilen auf Schmucksachen erzeugt die so hervorgebrachte graue Farbe eine sehr gefällige Wirkung.

10) Die Antik-Bronze (grüne Patine), d. h. der aus kohlensaurem Kupferoxyde bestehende dichte grüne Rost, welcher die antiken bronzenen Kunstwerke auszeichnet, wird in seiner ganzen Schönheit nur durch sehr lange fortdauernde Einwirkung der Atmosphäre hervorgebracht: hundert Jahre reichen nicht hin, um eine neue bronzene, im Freien stehende Bildsäule damit zu bekleiden. Man sucht deshalb durch chemische Mittel einen ähnlichen (freilich minder schönen) Überzug schnell zu erzeugen, um neuen Kunstwerken einigermassen das geschätzte altertümliche Ansehen zu geben, und nennt dieses Verfahren ebenfalls patinieren (vergl. S. 380). Vorschriften hierzu giebt es mehrere. Man löst z. B. 1 Teil Salmiak, 3 Teile gereinigten Weinstein und 4 Teile Kochsalz in 12 Teilen heissen Wassers auf und vermischt diese Flüssigkeit mit 8 Teilen einer Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd, welche das Einheitsgewicht 1,1 hat. Diese zusammengesetzte Beize wird wiederholt auf die an einem etwas feuchten Orte befindliche Bronze gestrichen, wodurch sich in kurzer Zeit ein grüner, fest anhängender Überzug bildet. Um den firnisartigen Glanz hervorzubringen, welcher dem grünen Roste der schönsten antiken Bronzen eigen ist, erhitzt man die nach vorstehender Anweisung gebeizten Stücke und reibt mittels einer steifen Bürste Wachs ein.

Nach einem andern Verfahren wird der Gegenstand zuerst mit einer sehr verdünnten Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd, welcher man eine sehr kleine Menge Kochsalz zugesetzt hat, mittels eines Pinsels betupft (nicht bestrichen), abgebürstet, hierauf mit einer Auflösung von 2 Teilen Kleesalz, 9 Teilen Salmiak und 189 Teilen Essig gleichfalls betupft und abgebürstet. Diese Behandlung wird oft wiederholt; nach etwa acht Tagen hat das Stück eine braungrüne Farbe angenommen, und in den Vertiefungen sitzt eine blau-grüne Patina so fest daran, dass sie das Bürsten aushält und die Witterung verträgt.

Weitläufig, aber von gutem Erfolge ist das für kleine Stücke anwendbare Verfahren, eine grosse weithalsige Flasche mit gesättigtem Salzwasser zu füllen, Kohlensäure-Gas hineinzuleiten, bis dieses fast alle Flüssigkeit verdrängt hat, dann die Flasche aufrecht zu stellen, den blankgemachten und mit einer Mischung aus gleichviel Essig und Wasser benetzten Gegenstand hineinzuhängen, den Hals zu verstopfen und zu verkitten, endlich das Ganze sich selbst zu überlassen. Zur genügenden Wirkung sind hier mehrere Wochen, ja Monate erforderlich.

F. Brünieren oder Braunmachen des Eisens. Manchen Eisenwaren, vorzüglich aber den Läufen der Schiessgewehre, erteilt man eine braune Farbe, sowohl zur Verschönerung, als um sie vor Rost zu schützen. Am schönsten werden durch das Braunmachen die damaszierten Läufe (S. 40), weil unter der braunen Farbe die hellen und dunkeln Linien der Damaszierung deutlich hervorschimmern.

Die braune Farbe wird auf dem Eisen wesentlich dadurch erzeugt, dass man die Oberfläche durch künstliche Behandlung gleichmässig und dünn mit einer Lage Rost bedeckt, welche fest anhängt, und — besonders wenn sie stark geglättet, mit Firnis oder Wachs eingerieben wird — die Einwirkung der Feuchtigkeit und Luft vom Eisen abhält. Verschiedene Mittel werden angewendet, um jene Decke von Rost zu erzeugen. Man bedient sich der Spiessglanzbutter (Chlor-Antimon), welche daher im Handel zuweilen unter dem Namen englisches Bronzirsalz vorkommt, vermischt sie mit etwas Baumöl, streicht sie dünn und gleichmässig auf das gelinde erwärmte Eisen und setzt letzteres einige Tage der Luft aus: kürzer oder länger, nach Beschaffenheit der Witterung. Der braun gewordene Lauf wird gereinigt, mit Wasser sehr sorgfältig abgewaschen, getrocknet, endlich mit dem Polierstahle geglättet, auch wohl mit weissem Wachs eingerieben oder mit einem Weingeist-Firnisse aus Schellack und etwas Drachenblut überzogen.

Benetzt man den polierten Gewehrlauf schwach aber gleichförmig mit sehr verdünnter Salpetersäure (z. B. 1 Teil Scheidewasser auf 100 Teile Wasser),

lässt ihn im Sonnenscheine und Luftzuge abtrocknen, wiederholt dies dreimal, putzt dann den lose anhängenden Rost mit einer Eisendraht-Kratzbürste ab, erneuert ferner das Befeuchten, Trocknen und Abkratzen in derselben Weise: so entsteht nach und nach eine feste und schöne braune Färbung. Um diese dunkler zu machen, gebraucht man zur Fortsetzung der Arbeit eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd in dem 500fachen Gewichte destillierten Wassers, womit man ebenso verfährt wie vorher mit der Salpetersäure. Durch mehrere Anstriche mit der Silberauflösung kann zuletzt die Farbe bis fast zum Schwarzen gebracht werden. Den Schluss macht man jedenfalls mit der Reinigung durch die Kratzbürste und Einreibung einer sehr geringen Menge Wachs.

Ein anderes Verfahren ist folgendes: 1 Teil Scheidewasser, 1 Teil versüsster Salpetergeist, 2 Teile Weingeist, 3 Teile Kupfervitriol in 64 Teilen Wasser aufgelöst und 2 Teile Eisenchloridlösung von 1,5 Einheitsgewicht werden zusammengemischt. Man benetzt den Lauf (der durch Abreiben mit Kalk gut von Fett gereinigt sein muss) mit dieser Flüssigkeit, lässt ihn an der Luft trocknen, reibt ihn mit einer Eisendraht-Kratzbürste kräftig ab, und wiederholt das Benetzen, Trocknen und Abkratzen mehrmals. Da nur diejenigen Teilchen des Rostes und des (aus dem Vitriol) auf das Eisen niedergefallenen Kupfers darauf bleiben, welche der Reibung der Kratzbürste widerstanden haben, so hält die braune Farbe sehr fest. Der Lauf wird zuletzt mit heissem Wasser abgewaschen, abgetrocknet und mit einem Polierstahle geglättet.

Man kann auch 1 Teil zum Trocknen abgedampftes Zinkchlorid mit 2 Teilen Kupfervitriol in 48 Teilen Wasser lösen, die Flüssigkeit nötigenfalls durch einige Tropfen Salzsäure völlig klar machen, 3 oder 4mal mit einem Läppchen aufstreichen, das Eisen abwischen, und ferner im Laufe von 3 bis 4 Tagen noch etwa 10 Anstriche geben, von welchen man einen jeden nach dem Trocknen abbürstet, bevor der folgende gegeben wird.

Eine Auflösung von Eisenvitriol im 22fachen Gewichte Wasser, versetzt mit einigen Tropfen Salpeteräther und Schwefeläther, wird in Paris zum Braunmachen angewendet, wirkt aber sehr langsam; man kann die Wirkung beschleunigen, indem man eine grössere Menge Salpeteräther oder ein Zehntel vom Gewichte des Eisenvitriols Salpetersäure (gewöhnliches Scheidewasser) zusetzt.

Sehr brauchbar, um Eisen- oder Stahlsachen eine schöne mattgraue Farbe zu erteilen, ist das nachstehende Verfahren: Man löst 2 Teile kristallisiertes Eisenchlorid, 2 Teile Spiessglanzbutter und 1 Teil Gallussäure in möglichst wenig (4 bis 5 Teilen) Wasser auf und reibt mittels eines Schwammes die Eisen- oder Stahlware mit dieser Mischung ein. Alsdann lässt man an der Luft trocknen und wiederholt diese Behandlung mehrmals. Zuletzt wird mit Wasser abgespült, getrocknet und mit Leinölfirnis abgerieben. Die Farbe fällt desto dunkler aus, je öfter und länger das Einreiben mit obiger Flüssigkeit stattgefunden hat. Nötig ist zum Gelingen, dass die in Anwendung gebrachte Spiessglanzbutter nicht flüssig, sondern fest war.

Ein schöner und haltbarer schwarzer, sicher vor Rost schützender Überzug ist mittels der nachfolgenden vier Flüssigkeiten hervorzubringen: No. 1 Auflösung von Quecksilbersublimat und Salmiak; No. 2 Auflösung von Eisenchlorid und Kupfervitriol, gemischt mit Salpetersäure und Weingeist; No. 3 Auflösung von Eisenchlorid und Eisenchlorür, gleichfalls mit Salpetersäure und Weingeist vermischt; No. 4 sehr verdünnte Auflösung von Schwefelkalium. Man tränkt einen Schwamm sehr schwach mit No. 1, bestreicht den gehörig entfetteten Gewehrlauf, und wiederholt dies, nachdem die entstandene Oxydkruste getrocknet, mit zerstossenem Hammerschlag abgerieben und mit Leinwand rein abgewischt ist. Dieselben Behandlungen sind nach jedem der folgenden Anstriche vorzunehmen. Zunächst werden mehrere Anstriche mit No. 2 gegeben, dann ein reichlicher Anstrich mit No. 3. Trocken geworden wird nun der Lauf etwa 10 Minuten lang in kochendes Wasser gelegt; ferner abgewischt, wieder mehrmals mit No. 3, einmal stark mit No. 4 bestrichen, getrocknet, neuerdings in kochendes Wasser getaucht, abgewischt, einigemal mit der Flüssigkeit No. 3 (die man jetzt stufenweise mehr mit Wasser verdünnt) benetzt, getrocknet, mit

ein wenig Olivenöl überwischt, in Wasser von 60° C. getaucht, schliesslich mit Wollenzeug stark gerieben und schwach geölt.

G. Bower-Barff's Rostschutzhülle besteht aus magnetischem Eisenoxydul.[1]) Die Anwendung desselben hat man wohl mit dem entsetzlichen Namen Inoxydationsverfahren belegt. Man gewinnt die Hülle auf folgendem Wege:

Schmiedeiserne und polierte Stahlgegenstände werden dem Einfluss überhitzten Wasserdampfes ausgesetzt, wodurch bei genügender Temperatur Magnetoxydoxydul und Wasser entsteht (Barff). Grössere Gegenstände, insbesondere solche, welche aus kohlenstoffreicherem Gusseisen bestehen, werden in einem hierfür besonders gebauten Ofen abwechselnd ~ 40 Minuten einem sauerstoffhaltigen Kohlensäurestrom, dann aber (unter Absperren des Luftzutritts) ~ 20 Minuten einem Kohlenoxydgasstrom (welcher das gebildete Oxyd zu Magnetoxydoxydul reduziert) ausgesetzt (Bower). Wirksamer ist die Verbindung beider Behandlungsweisen. Der Schutz, welchen diese Schicht gegen Verrosten gewährt, ist ein weitgehender; die Oberfläche der Schicht hat ein dem Auge angenehmes Aussehen.

2. Erzeugen glatter, bezw. glänzender Oberflächen auf mechanischem Wege.

A. Schaben. Gegenständen aus weichen Metallen verschafft man oft das blanke metallische Aussehen und einen gewissen Glanz durch Abschaben der Oberfläche mit scharfen stählernen Werkzeugen, wodurch zarte Späne weggenommen werden (I, 384).

Die Kupferschmiede bedienen sich dieses Verfahrens, um von manchen ihrer Arbeiten den Glühspan abzunehmen und die Oberfläche derselben blank zu machen. Die Schabeisen, welche hierzu gebraucht werden, haben teils eine gerade, teils eine krumme Schneide und stecken in ziemlich langen hölzernen Stielen, damit man sie leicht in das Gefäss-Innere einführen kann. — Von den Zinngiessern werden solche Gegenstände, welche nicht rund sind, also nicht auf der Drehbank abgedreht werden können (z. B. Löffel, eckige, ovale und geschweifte Gefässe u. s. w.), durch Schaben mittels stählerner Klingen (den Ziehklingen der Tischler (I, 391) gleichend) glatt und glänzend gemacht; desselben Werkzeuges bedienen sich die Orgelbauer zum Glattschaben ihrer gegossenen Zinnplatten nach dem Abhobeln, bevor sie dieselben polieren. — Manche einfache Messinggusswaren werden, wenn ihre Gestalt es erlaubt, geschabt (statt abgefeilt), z. B. Thür- und Fenstergriffe, Schlüssellochschilder u. s. w. Der Schaber — eine kurze stählerne Klinge mit etwa 3 *cm* breiter (gerader oder schwach bogenförmiger) Schneide — ist hierzu an einem gegen 60 *cm* langen eisernen Hebel, 15 bis 20 *cm* von dessen Drehpunkt entfernt, angebracht. Der Drehpunkt wird durch Einhängen des hakenförmigen Hebelendes in einen am Werktische befindlichen Ring gebildet. Mit der rechten Hand fasst und bewegt der Arbeiter den Hebel an seinem anderen Ende, an welchem ein hölzernes Heft sitzt; mit der Linken hält er ein gegen die Kante des Werktisches gestütztes Holz, auf welchem das Arbeitstück unter dem Schaber festliegt. — In den Werkstätten der Gold- und Silberarbeiter ist das Schaben eine sehr allgemein gebräuchliche Behandlung, welche dazu dient, von den befeilten Arbeitstücken die Feilstriche wegzunehmen, bevor man zur ferneren Glättung der Oberflächen, durch Schleifen, übergeht. Die Schaber sind von verschiedener

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1883, S. 804 m. Abb.; 1884, S. 142, S. 507.
D. p. J. 1879, **233**, 83; 1880, **237**, 332; 1881, **242**, 44 m. Abb.; 1882, **245**, 292 m. Abb.; 1884, **254**, 162.

Art. Für grössere Silberarbeiten sind es schaufelförmige, scharf geschliffene Werkzeuge mit gerader oder bogenförmiger Schneide (Hakenschaber), welche rechtwinklig (gleichsam einen Haken bildend) an einem 10 bis 15 *cm* langen Stiele sitzen und mittels desselben in einem hölzernen Hefte befestigt werden. Bei kleinen Arbeiten aus Silber und bei Goldarbeiten (weil letztere fast immer nur klein sind) gebraucht man Schaber, an welchen der schneidige Teil in gerader Fortsetzung des Heftes liegt, 5 bis 8 *cm* lang und mit zwei, drei oder vier scharf geschliffenen Kanten versehen ist.[1]) Die Kupferstecher und Graveure bedienen sich der nämlichen Schaber-Arten, um die an den Grabstichel-Schnitten entstehenden rauhen Ränder (den Grat oder Bart) wegzunehmen, fehlerhaft gemachte Züge auszutilgen u. s. w. Beim Bau der Werkzeugmaschinen bilden dieselben ein mit Vorliebe gebrauchtes Mittel zur Herstellung vollkommen ebener Flächen an den vielfach angewendeten Prismenführungen; eine mit Ölfarbe dünn bestrichene Richtplatte bezeichnet (I, 677), indem sie über die zu bearbeitende Fläche hingeführt wird, die noch vorhandenen Erhöhungen, welche sodann mittels des Schabers bearbeitet werden. Zuletzt pflegt man die ganze Fläche mit einer regelmässigen geschabten Zeichnung zu bedecken. Die Leichtigkeit, mit welcher eine solche Zeichnung hergestellt werden kann, ohne dass vorher die volle Ebenheit der Fläche durch Schaben herbeigeführt wurde, hat neuerdings dieses wertvolle Mittel einigermassen in Missachtung gebracht.

Die zweischneidigen Schaber sind am seltensten; sie sind entweder lanzenförmig, einem zweischneidigen Radiermesser in der Gestalt ähnlich (wie der Mezzotinto-Schaber der Kupferstecher); oder sie bilden eine dünne flache Klinge, die am Ende rechtwinklig abgeschliffen ist (Flachschaber), oder sie haben, im Querschnitte betrachtet, eine verschoben-rechteckige Gestalt, an welcher die zwei spitzen Winkel die Schneiden sind. Die dreischneidigen Schaber sind zugespitzt und der Gestalt nach einer kurzen aber dicken dreikantigen Feile ähnlich, jedoch auf den Flächen glatt. Die vierschneidigen Schaber gleichen den dreischneidigen, mit der einzigen Ausnahme, dass ihr Querschnitt ein Quadrat ist.

Es ist ohne weiteres klar, dass die dreikantigen Schaber schärfere Schneiden darbieten, als die vierkantigen; dagegen unterliegen letztere weniger der Gefahr, wider die Absicht des Arbeiters stellenweise tief einzudringen und hierdurch die geschabte Fläche zu verderben. Alle Schaber müssen aus dem besten Stahl verfertigt, gehärtet und gelb angelassen sein. Beim Schärfen dieser Werkzeuge ist es wichtig, eine überall gleichfeine, gratfreie, nicht bucklige oder wellenförmige Schneide zu erhalten. Da es bei den dreikantigen und vierkantigen Schabern etwas schwer ist, die ziemlich breiten Flächen während der Bewegung auf dem Wetzsteine stets ohne Wanken in Berührung mit dem letztern zu erhalten, so zieht man oft vor, die Flächen jener beiden Arten von Schabern rinnenartig auszuhöhlen (Hohlschaber, im Gegensatze zu den gewöhnlichen Schabern mit ebenen Flächen). Hierdurch erreicht man, dass beim Schärfen jede Fläche nur mit zwei Kanten auf dem Steine liegt, dass folglich kein Wanken eintreten kann, mithin die angeschliffenen Schneiden reiner und schärfer ausfallen.

B. Schleifen (I, 397). Wenn man beabsichtigt, einer Metallarbeit eine feine glatte Oberfläche oder gar Glanz (Politur) zu verleihen, so müssen durch mehrere aufeinander folgende und zweckmässig gewählte Verfahrungsarten alle sichtbaren Rauhigkeiten oder Unebenheiten von der Oberfläche weggenommen werden. Schon beim Ausfeilen eines metallenen Gegenstandes arbeitet man auf dieses Ziel hin, indem man nach den groben Feilen feinere und nach diesen noch feinere anwendet (S. 294); allein selbst die feinste Feile lässt noch Spuren zurück, welche zu stark sind, um durch das Polieren gänzlich vertilgt zu werden. Durch Schaben

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. VII, S. 201 m. Abb.

schafft man in manchen Fällen (wie bei den Gold- und Silberarbeiten) die Feilstriche hinweg; aber auch die Schaber hinterlassen noch Unebenheiten und darum muss sowohl hier, als in jenen Fällen, wo das Schaben nicht anwendbar ist, dem Polieren eine Arbeit vorhergehen, welche der Metallfläche eine feine und makellose Glätte, jedoch ohne Glanz, erteilt. Diese Arbeit wird im allgemeinen Schleifen genannt.

Es kommt beim Schleifen überhaupt darauf an, alle Spuren der Feile, des Schabers, der Dreheisen, des Hobels u. s. w., durch Reibung des Metalles an harten und in gewissem Grade rauhen Körpern zu beseitigen. Letztere wirken hierbei durch Abstossung äusserst kleiner Metallteilchen (Schliff, Schleifel, Schlips) und hinterlassen eine zahllose Menge zarter Ritze, kurz einen geringen Grad von Rauhigkeit, den man dadurch allmählich unmerklich macht, dass man Schleifmittel von steigender Feinheit nacheinander anwendet, von welchen jedes folgende die Spuren des vorhergehenden vertilgt, bis das letzte endlich eine gleichmässig matte Oberfläche ohne sichtbare Ritze, Grübchen u. s. w. erzeugt.

Die Mittel zum Schleifen sind von viererlei Art: a. runde, umlaufende Schleifsteine, Drehsteine; b. Hand-Schleifsteine; c. Kohle; d. pulverförmige Körper. Die Auswahl unter denselben für einen bestimmten Zweck richtet sich nach der Natur des Metalles, nach der Gestalt und Grösse der Arbeitstücke und nach anderen zufälligen Rücksichten.

Die festen Steine werden so benutzt, wie früher bereits erörtert (S. 300). Für Drehsteine verwendet man sehr feinkörnigen Sandstein, für Hand-Schleifsteine, welche entweder mit der Hand gegen das Werkstück geführt werden, oder (seltener) festliegen und seitens des Werkstückes überfahren werden, gebraucht man verschiedene Steinarten. Man benetzt die Steine stark mit Baumöl oder Wasser und unterscheidet sie hiernach in Ölsteine und Wassersteine, da sich für gewisse Steine mehr das Öl, für andere mehr das Wasser eignet. Ölsteine finden nur zum Schleifen stählerner Gegenstände und zwar mehr zum Schärfen schneidender Werkzeuge — Wetzsteine — als zum Glätten (wovon hier zunächst die Rede ist) Anwendung. Dem Grade ihrer Schärfe nach, welcher von der Feinheit des Kornes und von der natürlichen Härte abhängt, bezeichnet man die Steine oft als rauhe, halblinde und linde, welche in der Ordnung, wie sie hier genannt sind, nacheinander angewendet werden, um die Oberfläche der Arbeitstücke allmählich zur Feinheit zu bringen.

Die meisten dieser Schleifsteine (sowohl Öl- als Wassersteine) gehören zum Thonschiefer und zu den mannigfaltigen Übergängen desselben in Wetzschiefer und selbst in Kieselschiefer, welche Übergänge dadurch gebildet werden, dass der Stein mehr oder weniger mit Quarz durchdrungen ist. Farbe, Härte und Feinheit der Steine sind hiernach äusserst mannigfaltig; erstere findet sich in mancherlei Abstufungen von grauweiss, hellgrau, bläulichgrau, schmutziggrün, gelb und rötlich. Ausgezeichnet ist unter den weichen Arten der sogenannte blaue Messing-Schleifstein, ein feiner blaugrauer Thonschiefer, welcher einer der gewöhnlichsten Wassersteine ist; unter den harten Gattungen der grüne sächsische Ölstein, der zum Wetzschiefer gehört.

Ausser den Schiefern werden als Wassersteine gebraucht: der Bimsstein und mehrere Arten feinkörniger Sandsteine. Um den Bimsstein zu gebrauchen, richtet man ein Stück davon durch Abraspeln und Reiben an einem anderen Stücke Bimsstein so zu, dass es eine möglichst glatte, dem Arbeitstücke angepasste (daher bald ebene, bald gerundete) Fläche erhält und bequem mit der hohlen Hand umfasst werden kann. Man taucht ihn in Wasser und überreibt mit ihm das Arbeitstück, oder hält ihn an das letztere, wenn dasselbe ein in der Drehbank eingespannter und umlaufender Gegenstand ist, wobei das Eintauchen oft wiederholt wird. Das Schleifen mit Bimsstein führt öfters den besonderen Namen Bimsen; es findet Anwendung auf Silber und zuweilen auf Kupfer, Zink und Messing. — Die Sandsteine, welche zum Schleifen dienen, sind rot, weisslich, grün oder grau von Farbe und von verschiedener Feinheit

und Dichtheit des Kornes. Je ausgezeichneter sie in diesen beiden Richtungen sind, je mehr Härte und festen Zusammenhang sie besitzen, desto mehr werden sie geschätzt. Von Natur sehr mürbe Thonsandsteine können durch Tränken mit Wasserglasauflösung ungemein fest und als treffliche Schleifsteine tauglich gemacht werden.

Als vorzügliche Ölsteine sind noch anzuführen: der türkische Ölstein oder levantische Schleifstein und der aus Nordamerika kommende Kansasstein. Ersterer ist eine fein- und dichtkörnige, mit Kieselerde durchdrungene Dolomitart. Die natürliche Farbe dieses Steines ist weissgrau, wird aber durch das Öl, womit man ihn tränkt, dunkler; häufig ist er von weicheren Adern durchzogen, nach deren Richtung er ziemlich leicht bricht, daher man — um Schleifsteine von möglichster Gleichförmigkeit zu erhalten — besser thut, die im Handel vorkommenden Blöcke zu zersprengen, statt sie zu zersägen. Der Kansas- (oder Arkansas-) Schleifstein ist ein dem Chalzedon nahestehender Quarz, weiss, nach dem Tränken mit Öl stark durchscheinend, ungemein fein und hart.

Scharfkantige Körner des (gemahlenen) Bimssteins, Quarzes, Raseneisensteins, Glases und Schmirgels werden mittels eines geeigneten Bindemittels zu künstlichen Schleifsteinen vereinigt. Letztere zeichnen sich, aus naheliegenden Gründen, durch ihre Gleichartigkeit aus; auch ist das Gefüge künstlicher Schleifsteine gewöhnlich viel widerstandsfähiger als dasjenige der natürlichen, weshalb man sie mit grösserer Geschwindigkeit arbeiten lassen kann (S. 302). Auf nicht gar zu harten Metallen (namentlich auf Kupfer, Messing, Silber) greift die Holzkohle merklich an, wenn man sie nach Art eines Handschleifsteines mit Wasser (zu besonders feinem Schliffe mit Öl) gebraucht. Sie erzeugt eine feine matte Oberfläche und nimmt die feinen Risse, welche z. B. der Bimsstein oder der blaue Wasserstein zurückgelassen hat, sehr gut weg.

Nicht jede Kohle ist zum Schleifen tauglich, insbesondere nicht die ganz durchgeglühte, wie sie in der Asche von Holzfeuerungen übrig bleibt, und auch nicht die halbgar gebrannte, welche sich oft unter der käuflichen Meilerkohle findet: erstere ist zu weich und mürbe; letztere dagegen schleift nicht fein, sondern macht Ritzen. Das tauglichste Holz für die Schleifkohle ist jenes des schwarzen Hollunders, aber auch Lindenholz kann gebraucht werden, und Weidenholz entspricht dem Zwecke sehr gut. Man zerschneidet und spaltet das Holz nach Erfordernis, lässt es längere Zeit an der Luft austrocknen und verkohlt es endlich unter Ausschluss der Luft. Zu letzterem Zwecke gräbt man entweder das Holz in einem irdenen Topfe in Sand ein, oder bestreicht jedes einzelne Stück ziemlich stark mit Lehm, worauf man es den Brand in einem Töpferofen mitmachen lässt. Auch kann man mit den Holzstücken ein Behältnis von Eisenblech (z. B. ein Stück Ofenröhre, welches man an beiden Enden verschliesst) vollstopfen, dasselbe eine hinreichende Zeit ins Feuer legen und dann, mit Erde überschüttet, erkalten lassen. — Die Kohle von Holzarten mit grobem Gefüge ist zum Schleifen untauglich, weil sie harte Teile enthält, welche stark einritzen. Man hat auch bemerkt, dass die äusserste Schicht der besten Schleifkohle härter und zum zarten Schliff weniger geeignet ist als das Innere, weshalb zweckmässig ist, vor dem Gebrauch der Stücke die Oberfläche derselben (in geringer Stärke) mit dem Messer wegzuschneiden.

Schleif-Pulver. Verschiedene harte Körper dienen, wenn sie in hinlänglich feines Pulver verwandelt sind, als treffliche Schleifmittel. Die Anwendung dieser Pulver geschieht im allgemeinen auf die Weise, dass man dieselben mit Baumöl oder Wasser zu einem dünnen Brei anmacht, den man auf geeignete hölzerne oder metallene Werkzeuge u. s. w. aufträgt und mittels dieser auf den Arbeitstücken herumreibt. Je nach der Grösse und Gestalt der Arbeitstücke ist dieses Verfahren verschieden auszuführen, wie sich aus dem folgenden ergeben wird. Das am häufigsten gebrauchte Schleifpulver ist:

Der Schmirgel, Schmergel, Smirgel. Was unter diesem Namen in den Werkstätten und im Handel vorkommt, ist nicht immer einerlei Stoff und im besonderen oft sehr verschieden von dem, was die Mineralogen so nennen. Letztere verstehen unter Smirgel eine stark eisenhaltige Abart des Korund

(Diamantspat, kristallisierte Thonerde), welche wegen ihrer grossen Härte sich trefflich zum Schleifen der Metalle eignet, und in Ostindien, der Levante (Inseln Naxos und Ikaria, in der Maina, bei Ephesus) u. s. w. hauptsächlich vorkommt (echter, levantischer oder venetianischer Schmirgel). Häufig ist das, was man in der technischen Sprache Schmirgel nennt, ein inniges Gemenge von Eisenglanz (natürlichem Eisenoxyd) mit Quarz; auch werden Granat- und Zirkon-Sand, welche an manchen Orten in Menge vorkommen, unter dem Namen Schmirgel angewendet: alle diese Ersatzmittel stehen dem echten Schmirgel an Härte und demnach an Gebrauchswert bedeutend nach.

Die gewöhnlichste Art, das Schleifen mit Schmirgel (in der Sprache der Werkstätten: das Schmirgeln) zu verrichten, besteht darin, dass man etwas Schmirgel mit Öl auf ein Schmirgelholz (eine Schmirgelfeile) trägt und letzteres mit angemessenem Drucke über die Oberfläche des Arbeitstückes ungefähr ebenso hin- und herbewegt, wie beim Feilen mit der Feile geschieht. Die verschiedene Gestalt und Grösse der Arbeitstücke erfordert entsprechende Verschiedenheiten der Schmirgelhölzer; deshalb hat man letztere von 5 oder 7 *cm* bis zu 30 ja 45 *cm* Länge, flach, halbrund, dreieckig u. s. w., wie es eben der Zweck erfordert.

Für lange und schmale Gegenstände von geringer Dicke wendet man wohl zwei Schmirgelhölzer zugleich an, welche an ihren Enden mit beiden Händen zusammengefasst und längs des zwischen ihnen befindlichen Arbeitstückes hin- und hergeführt werden, wenn man nicht umgekehrt das letztere zwischen den Schmirgelhölzern durchzieht; auf diesem Verfahren beruht eine Maschine zum Schmirgeln langer Stahlblechstreifen, z. B. der Krinolinfedern.[1])

Es ist nicht gleichgültig, aus welcher Holzart man die Schmirgelfeilen macht: für grössere eiserne Arbeitstücke gebraucht man Eichenholz, für Messing gewöhnlich Lindenholz; bei kleinen und zarten Arbeiten, für welche das Schmirgelholz oft nur ein ganz dünner und kurzer Splitter ist, damit man auch in die kleinsten Vertiefungen gelangen kann, empfiehlt sich vorzüglich das Spindelbaumholz durch Feinheit des Gefüges, verbunden mit Härte und Festigkeit. Zuweilen bekleidet man die Schmirgelhölzer auf der Fläche, welche den Schmirgel aufnimmt, mit aufgeleimtem Leder oder Hutfilz, was besonders bei zarter Arbeit und beim Schleifen mit feinen Schmirgelarten zweckmässig ist, um solche Ritzen, welche die natürliche Rauhigkeit des Holzes hervorbringen könnte, zu vermeiden. Die Uhrmacher tragen beim Schleifen ihrer kleinen Stahlarbeiten sehr gewöhnlich den Schmirgel auf ein eisernes oder (ungehärtetes) stählernes Stäbchen, eine sogenannte Eisenfeile, wozu man recht gut alte kleine Feilen benutzen kann, welche durch Ausglühen weich gemacht und abgeschliffen oder blankgefeilt werden. Meist sind indessen diese Werkzeuge nichts anderes, als etwa 15 *cm* lange Stäbchen von geschmiedetem Eisen oder Stahl, welche man an beiden Enden zu der Gestalt, welche der Gebrauch erfordert, ausfeilt. Die Gestalt ist, wie jene der Schmirgelhölzer, verschieden: flachviereckig, halbrund, dreieckig, messerähnlich u. s. w. Zu bemerken ist, dass die Flächen, welchen der mit Öl angemachte Schmirgel aufgetragen wird, und welche demnach mit dem Arbeitstücke in Berührung kommen, mit einer feinen Feile etwas schräg querüber abgefeilt werden, um durch den zarten Feilstrich den Schmirgelteilchen Anhaltspunkte zu geben. Nicht selten bedienen sich die Uhrmacher auch des Glases zum Schleifen oder Schmirgeln stählerner Arbeiten. Es wird dann der Schmirgel mit Öl auf einen matt geschliffenen Streifen dicken Spiegelglases von 15 bis 20 *cm* Länge und 5 bis 8 *cm* Breite aufgetragen. Zum Schmirgeln grösserer ebener Flächen dient eine ebengeschliffene dicke und schwere Gusseisenplatte mit Handgriffen, indem man sie an letzteren drehend und schiebend auf der Arbeitsfläche herumbewegt und stets Schmirgel mit Öl unter sie giebt.

Runde, auf der Drehbank ausgearbeitete Gegenstände werden auch auf der Drehbank geschmirgelt, indem man, während sie kreisen, ein Schmirgelholz anhält. Wellen u. dgl. schleift man zwischen zwei Schmirgelhölzern, welche

[1]) D. p. J. 1863, **169**, 175.

mit bogenförmigen Ausschnitten versehen sind, durch zwei Schrauben nach Bedürfnis zusammengeklemmt werden und eine Art Kluppe bilden: Schmirgelkluppe. Um bei eintretender Abnutzung des Holzes oder für verschiedene Dicke des Arbeitstückes nicht das ganze Werkzeug beseitigen zu müssen, legt man zwei hölzerne Backen in dasselbe, welche mit den Bogenausschnitten versehen sind und leicht gewechselt werden können. Statt des Holzes kann in dem eben genannten Falle auch Blei sehr zweckmässig zum Auftragen des Schmirgels dienen. Man giesst nämlich ein Stück Blei über den zu schleifenden Gegenstand, sodass es dessen Krümmung sich anschliesst; und während man dieses Blei in dem nötigen Masse mit Öl und Schmirgel versieht, führt man es (nicht zu schnell) längs des kreisenden Werkstückes hin und her. Statt eines gegossenen Bleistückes begnügt man sich oft, ein Stück dicken Bleibleches (Walzbleies) anzuwenden, welches nach der Krümmung des Werkstückes gebogen und mit den Fingern angedrückt wird; doch ist man in diesem Falle weniger sicher, die genaue Rundung des geschliffenen Arbeitstückes unversehrt zu erhalten, daher das Verfahren Empfehlung nicht verdient.

Auf das Schmirgelholz wird oft, um das stets erneuerte Auftragen losen Schmirgels zu ersparen, ein Überzug von Schmirgelpulver durch ein passendes Klebmittel befestigt. Man rührt zu diesem Zwecke in kochenden Tischlerleim Leinölfirnis ein, bestreicht mit diesem Gemisch dünn das glattgehobelte Holz, trägt nach dem Trocknen einen zweiten solchen Anstrich, welchem aber etwas Schmirgel beigemengt ist, auf, streut sogleich noch mehr Schmirgel mittels eines Siebes darüber, schüttelt den nicht angeklebten Teil des Pulvers ab und lässt das Ganze nun vollkommen trocken werden. Mit so zubereiteten Hölzern wird ohne Öl gearbeitet.

Unter Schmirgelscheibe versteht man eine kreisrunde hölzerne (10 bis 50 *cm* und noch mehr im Durchmesser haltende, 1 bis 15 *cm* dicke) Scheibe, welche mittels einer durch ihren Mittelpunkt gehenden wagerechten Achse in der Drehbank (oder in einem eigenen Gestelle) in schnellen Umlauf gesetzt wird. Die Umfangsgeschwindigkeit beträgt zweckmässig 15 *m* sekundlich. Nachdem der Umkreis der Scheibe mit Schmirgel und Öl versehen ist, hält man das Arbeitstück daran und wendet dasselbe nach Erfordernis. Nicht selten bekleidet man die Umfläche mit dickem Leder (Lederscheibe) oder mit einem aufgegossenen, dann abgedrehten Ringe von Blei oder einer Mischung aus 2 Teilen Blei, 1 Teil Zinn oder 2 Teilen Zinn und 1 Teil Zink (Bleischeibe, Zinnscheibe); der Schmirgel bringt mittels dieser Leder- oder Metallunterlage einen feineren Schliff hervor, als bei Anwendung unbekleideter Holzscheiben. Da das Schleifen auf der Stirn einer Scheibe nicht geeignet ist, eine recht ebene Fläche auf den Arbeitstücken hervorzubringen, so bedient man sich in Fällen, wo es hierauf wesentlich ankommt — aber auch überhaupt zum Schleifen kleinerer Gegenstände — einer Vorrichtung, bei welcher die ebene Fläche der Scheibe deren wirksamer Teil ist.

Bei den Uhrmachern ist eine solche Schleifmaschine vorzüglich in Gebrauch. Man führt dieselbe in sehr verschiedener Grösse aus, wonach der Durchmesser der Scheiben 7 bis 30 *cm* beträgt. Zu einer Maschine gehören mehrere Scheiben, teils von verschiedener Grösse, teils von verschiedenem Stoff (Holz, Blei, Eisen u. s. w.). Jede ist im Mittelpunkte der einen Fläche mit einem eisernen, rechtwinklig aufgesetzten Stiele versehen, der als Umdrehungsachse dient. Man steckt nämlich diesen Stiel in eine lotrechte, hohle eiserne Spindel, welche durch Rolle und Schnurrad mittels einer Kurbel in schnellen Umlauf versetzt wird. Die obere wagerechte Fläche der Scheibe wird mit Öl und Schmirgel versehen. Für gewisse Zwecke sind eigene Nebenvorrichtungen angebracht, um die Arbeitstücke zu befestigen und in bestimmter Lage gegen die Scheibe teils unbeweglich zu halten, teils nach Erfordernis zu drehen. Grosse wagerechte Schmirgelscheiben von Holz oder Blei (letzteres auf einer Unterlage von Gusseisen) werden oft durch Dampfkraft getrieben; dabei kann eine Scheibe von 75 bis 90 *cm* Durchmesser minutlich 300 Umläufe machen; man wählt nach Bedürfnis zum Gebrauch eine Stelle mehr oder weniger weit vom Mittelpunkte, je nachdem eine grössere oder geringere Geschwindigkeit zweckmässig ist.

Auf ganz hölzernen, sowie auf zinn- oder bleibekleideten Scheiben wird oft der Schmirgel feucht aufgetragen, eingerieben und dann das Schleifen trocken so lange vorgenommen, als die Schärfe des in der Oberfläche festsitzenden Schmirgels anhält. Ebenso schleift man trocken auf hölzernen Scheiben, welche mit aufgeleimtem Schmirgelpulver in der Art bekleidet sind, wie rücksichtlich der Schmirgelhölzer angegeben ist. — Eine Schleifmaschine[1]) zum Schleifen dünner flacher Stahlsachen, z. B. der Sägeblätter, ist von folgender Einrichtung. Nach Art der Walzen eines Walzwerkes sind zwei Schmirgelwalzen oder runde Schleifsteine übereinander in einem Gestelle gelagert, welche beide durch Riemenscheiben in schnelle Umdrehung gesetzt und mittels Federn aufeinander gedrückt werden. Das zu schleifende Stahlblatt schiebt ein Arbeiter langsam zwischen denselben hindurch, und zwar in einer Richtung entgegengesetzt derjenigen, nach welcher es von den Walzen eingezogen würde, wenn es denselben von der andern Seite her frei überlassen wäre. So geschieht das Schleifen oder Schmirgeln beider Flächen gleichzeitig; ist es nur auf einer Fläche nötig, so wird statt des obern Schleifsteins eine kleinere glatte Holzwalze (ohne Schmirgel) angebracht, welche nur den Druck auszuüben hat.

Man benutzt auch einen über zwei Riemrollen gelegten Riemen als Träger des Schleifpulvers.[2])

Bei den bisher angegebenen Verfahrungsarten und Hilfsmitteln ist vorausgesetzt, dass die zu schleifende Metallfläche entweder eben oder wenigstens von einer so einfachen Gestalt sei, dass alle ihre Teile leicht zugänglich sind. Bei Arbeitstücken, deren Oberfläche eine Abwechslung von vielen und ziemlich kleinen Erhöhungen und Vertiefungen darbietet, sucht man teils das Schmirgeln ganz zu umgehen, teils bedient man sich, um es zu verrichten, einer steifen Bürste, der man den mit Öl angemachten Schmirgel aufträgt; die Borsten dringen leicht in die Vertiefungen ein. Die Arbeit wird beschleunigt, wenn man die Borsten auf dem Umkreise einer hölzernen Scheibe einsetzt und sich dieser Bürstenscheibe wie einer gewöhnlichen Schmirgelscheibe bedient.

Statt das Schmirgelpulver mittels Öl an einer Fläche festzuhalten, leimt man es wohl auf Papier oder Gewebe, indem letztere mit heissem Leimwasser bestrichen und sodann mit Schmirgelpulver bestreut werden. Man nennt die so gewonnenen Schleifmittel: Schmirgelpapier, bezw. Schmirgelleinen.

Dem Schmirgelpapier verwandt sind das Glaspapier, das Sandpapier und das Bimssteinpapier, welche aber mehr zum Glattschleifen der Holzarbeiten von Tischlern angewendet werden. Ersteres enthält statt des Schmirgels zerstossenes Glas, das zweite feinen scharfen Quarzsand oder ein Gemenge von solchem mit Glaspulver, letzteres Bimssteinpulver. Wie der Schmirgel, wird auch das Glaspulver u. s. w. oft auf Kattun angebracht (Glasleinwand u. s. w.).

Gepulverter Hammerschlag (S. 13), Ölstein (S. 386), Feuerstein und andere Körper werden zuweilen, aber selten, als Schleifmittel verwendet.

C. Glanzschleifen oder **Polieren.** Die Hervorbringung der höchsten Glätte und des davon abhängigen Glanzes — welcher der Zweck des Polierens ist — kann auf zweierlei Weise erreicht werden: entweder durch Wegnahme der feinen Unebenheiten, welche noch auf der Metallfläche vorhanden sind, oder durch Niederdrücken derselben. Das erstere hier zu erörternde Verfahren ist eine Fortsetzung des Schleifens, wird wie dieses mit feinen pulverförmigen Stoffen verrichtet, und heisst auch (z. B. in der Kunstsprache der Goldarbeiter) recht bezeichnend das Glanzschleifen.

Zuweilen findet das Glanzschleifen mittels verschiedener, stufenweise

---

[1]) D. p. J. 1854, **133**, 255 m. Abb.
[2]) Iron, Okt. 1886, S. 300 m. Schaub.

zarter wirkender Pulver statt, sonst bedient man sich nur eines solcher Pulver.

Die Pulver werden mittels Öl, Branntwein, Weingeist, auch wohl einer Art Schmierseife an den Polierwerkzeugen befestigt, welche aus hölzernen Stäbchen, Scheiben, die mit Leder oder Filz bezogen sind, aus Leder- oder Filzscheiben, Lappenscheiben, Bürsten, Metallstäbchen u. s. w. für das Feinschleifen feiner Vertiefungen auch wohl aus Zwirnfäden bestehen und entweder mittels der Hand oder mittels der Maschine bewegt werden. Eine Zahl kleinerer Werkstücke wird zuweilen mit Sand oder einem andern Schleif- oder Polierpulver trocken oder mit Wasser in einen Kasten oder eine Scheuertonne gegeben und letztere (nur höchstens zur Hälfte gefüllt) so lange um ihre Achse gedreht, bis die Stücke sich glatt gerieben haben. — Beim nassen Scheuern kleiner Eisensachen ist die Entwicklung einer beträchtlichen Menge brennbaren (Wasserstoff-) Gases beobachtet worden, welche zu Explosionen Anlass geben kann.

Hier kann das auf gleichen Gründen beruhende Verfahren angeführt werden, durch welches man feine glatte Ketten von Stahl, Messing, Gold und Silber, wenn sie durch den Gebrauch schmutzig geworden sind oder den Glanz verloren haben, wieder aufputzt. Es besteht darin, dass man die Kette, in der hohlen Hand zusammengehäuft, mit hinzugegebenem Putz- oder Polierpulver zwischen beiden Händen anhaltend in kreisförmiger Bewegung reibt und scheuert. Für Stahl nimmt man zuerst feines Bimssteinpulver mit Wasser, dann Zinnasche mit Wasser oder Baumöl, hierauf Polierrot mit Wasser oder Öl, endlich trockene feine Sägespäne; für Messing anfangs Bimsstein, nachher Knochenasche, dann Polierrot, sämtlich mit Wasser; für Silber Knochenasche und Polierrot nass, dann Polierrot trocken; für Gold nur trockenes Polierrot. Das Trocknen durch Sägespäne macht immer den Schluss.

Die gebräuchlichen Polierpulver sind folgende:

Kalk, nämlich gebrannter und ungelöschter, sogenannter lebendiger Kalk, wovon aber nur ganz weisse, gut ausgebrannte, von Sand u. dgl. freie Arten zum Feinschleifen brauchbar sind. In allen diesen Beziehungen zeichnet sich der Wiener-Kalk aus, welcher deshalb durch ganz Deutschland versandt und sehr geschätzt wird. Der Kalk behält seine Brauchbarkeit nur so lange, als er ganz ätzend ist und weder Wasser noch Kohlensäure aus der Luft angezogen hat; man muss ihn daher frisch gebrannt in luftdicht verstopfte Gläser einschliessen, und stets soviel wie möglich vor dem Zutritte der Luft bewahren. Zur Anwendung wird nur soviel Kalk, als man in kurzer Zeit zu verbrauchen gedenkt, zu Pulver zerdrückt oder in einer kleinen Reibschale schnell zerrieben, und mit Öl, Wasser oder Weingeist angemacht. Mit Öl gebraucht man ihn zum Polieren des Messings, mit Branntwein oder Weingeist für Stahl und Eisen; man trägt ihn auf Holz oder Leder, beim Polieren feiner und kleiner Stahlarbeiten auf Spiegelglas. Messing erhält sehr schnell einen schönen Glanz mittels Wiener-Kalk und Ölsäure (s. g. Oleïn) auf einem wollenen Lappen. Der Kalk greift überhaupt, selbst auf gehärtetetem Stahle, stark an, und vollendet in kurzer Zeit die Politur, weshalb er bei manchen Arbeitern vorzüglich beliebt ist; allein der mit Kalk erzeugte Glanz des Stahles entbehrt jenes schwärzlichen Scheines, welcher sehr geschätzt wird; und das Messing erhält durch Polieren mit Kalk eine nicht gefällige bleichgelbe Farbe, wahrscheinlich weil sich feine Kalkteilchen in den Poren des Messings festsetzen.

Polierrot, Englisch Rot, Pariser Rot bezeichnen das rote Eisenoxyd, welches ein sehr vorzügliches Poliermittel für fast alle Metalle abgiebt, zu diesem Zwecke auf verschiedene Weise künstlich bereitet und durch Schlämmen als feinstes Pulver dargestellt wird. Bei Erzeugung des rauchenden oder Nordhäuser Vitriolöls bleibt von dem der Destillation unterworfenen Eisenvitriol ein rotbraunes Pulver zurück, welches gewöhnlich Kolkothar oder Caput mortuum genannt wird, und Eisenoxyd ist. Doch hängt demselben etwas Schwefelsäure an, welche durch Kochen mit schwacher Pottaschen-Auflösung entfernt wird, worauf man das Pulver gehörig mit Wasser auswäscht und schlämmt. Das Kolkothar ist dem sonstigen Polierrot im allgemeinen gleichwertig.

Das Rot der vorliegenden Schleifpulver ist verschieden. Man findet es hell, braunrot, rotbraun bis dunkelveilchenblau. Die Ursache dieser Farbenverschiedenheit liegt hauptsächlich in dem bei der Bereitung angewendeten Hitzegrade; je höher dieser gewesen ist, desto dunkler erscheint das Erzeugnis. Die dunklere Farbe ist ein sicheres Kennzeichen grösserer Härte der Pulverteilchen: aus diesem Grunde taugt das braune und violette Rot am besten zum Polieren des Stahles (Stahl-Rot), das hellrote mehr für die weicheren Metalle, namentlich Gold und Silber (Gold-Rot). Auf Stahl bringt das Polierrot den ausgezeichnetsten Glanz hervor, welcher sich durch einen eigentümlichen grauschwarzen Schimmer kennzeichnet; man gebraucht es mit Öl oder Weingeist auf Lederfeilen oder belederten Scheiben, bei kleinen Arbeiten auf Eisen-, Metall- und Zinkfeilen, auf Weiden- oder Lindenholz, auf Spiegelglas u. s. w. Messing erhält durch Polierrot (mit Öl oder mit Weingeist auf Leder gebraucht) den höchsten Glanz, dessen es fähig ist, und zugleich eine angenehme hochgelbe Farbe, in welcher letzteren Beziehung sich die Wirkung des Polierrotes auffallend günstig von der des Kalkes unterscheidet (S. 391). Beim Polieren des Goldes und Silbers bedient man sich des Polierrotes immer mit Branntwein oder Weingeist, und zwar auf Weidenholz, Zwirn, Leder, Filz, nötigenfalls auf einer nicht zu steifen Bürste.

Zinnasche bietet, gehörig geschlämmt, ein treffliches Poliermittel für Stahlarbeiten dar. Man bedient sich ihrer mit Öl auf weichem Holz oder auf der Lederfeile, auch auf den Scheiben der Schleifmaschinen.

Sehr feine Zinnasche zum Polieren erhält man auf folgende Weise: 2 Teile Zinnsalz in 12 Teilen destillierten Wassers und 1 Teil Kleesäure in 6 Teilen Wasser aufgelöst, werden, während beide Flüssigkeiten noch kochend heiss sind, vermischt; man sondert den sich erzeugenden weissen Niederschlag ab, wäscht und trocknet ihn, und erhitzt ihn endlich in einem flachen Gefässe unter fleissigem Umrühren, bis kein Erglimmen mehr stattfindet.

Diamantine ist ein seit mehreren Jahren von der Schweiz aus bei den Uhrmachern eingeführtes treffliches Stahlpoliermittel in Gestalt eines zarten schneeweissen Pulvers; nach der chemischen Untersuchung besteht es aus reiner geglühter Thonerde (Alaunerde). Es wird wie Zinnasche gebraucht.

Tripel. Unter diesem Namen werden verschiedenartige Mineralien zum Polieren angewendet. Zuweilen ist der Tripel nichts als von der Natur selbst zerkleinerter, durch Wasserströme fortgeführter und geschlämmter Bimsstein; in anderen Fällen besteht derselbe aus Thonschiefer-Überresten, welche durch entzündete Stein- oder Braunkohlenlager kalziniert worden sind, oder aus Massen ungemein kleiner Schaltier-Gehäuse; manche feine und stark kieselhaltige Thonarten kommen gleichfalls unter dem Namen Tripel vor; desgleichen der Polierschiefer der Mineralogen (Silber-Tripel). Die Farbe des Tripels ist meist schmutziggelb oder blassrot, seltener bräunlich oder grau. Zum Gebrauch wird derselbe geschlämmt, in Kugeln oder kegelförmige Klumpen geformt und so in den Handel gebracht. Man bedient sich des Tripels zum Polieren des Messings, Kupfers, Silbers und Goldes, jederzeit mit Öl, meistenteils auf Leder oder Filz; nur zur gänzlichen Vollendung der Politur gebraucht man höchst fein geschlämmten Tripel als trockenes Pulver. Gegenstände aus Britannia-Metall werden mit Tripel auf der blossen Handfläche poliert.

Englische Erde ist eine sehr feine und leichte Art des Tripels (nach anderen verwitterter Schiefer oder schwarzer Marmor), von dunkel-aschgrauer oder bräunlich-grauer Farbe, welche ganz wie der gewöhnliche Tripel angewendet, aber höher als dieser geschätzt wird. Die beste findet sich in Derbyshire und bei Swansea in Wales.

Knochenasche, Beinasche, gebrannte Knochen, Schafbein, d. i. der erdige (grösstenteils aus phosphorsaurem Kalk bestehende) Rückstand, welchen die Knochen der Tiere beim Ausbrennen im offenen Feuer hinterlassen. Dieser Rückstand bildet Stücke von der unveränderten Gestalt der Knochen, wird gepulvert und geschlämmt, wonach er ein sehr zartes weisses Pulver darstellt. Man wählt vorzugsweise Schafknochen, um sie auf diese Art zum Glanzschleifen zuzubereiten. Die Knochenasche wird gebraucht zum Polieren der

Goldarbeiten, wobei man sie mit Weingeist auf eine Lederfeile oder Filz u. s. w. bringt; ferner mit Wasser, oder auch trocken, zum Putzen angelaufener Silberwaren.

Kreide im geschlämmten Zustande dient nicht sowohl als eigentliches Poliermittel, als vielmehr auf bekannte Weise zum Putzen angelaufener oder schmutzig gewordener Gegenstände von Kupfer, Messing, Silber u. s. w.

Reissblei, Graphit, besitzt zwar keine beträchtliche Härte, doch scheinen die kleinsten Teile desselben in geringem Grade den Stahl anzugreifen und eine demselben erteilte Politur noch einigermassen zu erhöhen. Man muss dies aus dem Umstande schliessen, dass fein geschlämmtes Reissblei, mit Fett auf Leder geheftet, beim Abziehen der Rasiermesser und Federmesser mit Erfolg gebraucht wird, um der Schneide die höchste Feinheit zu geben. Dies ist übrigens der einzige Fall, wo man sich des Reissbleies als Poliermittel bedient.

Kienruss, gut ausgeglüht, mit Weingeist auf Leder oder einer weichen Bürste gebraucht, ist ein treffliches Mittel, um Goldarbeiten zuallerletzt den höchsten Glanz zu geben. Unausgeglüht macht er aber, wegen des in ihm enthaltenen Öles, einen schmutzigen bräunlichen Strich.

Holzkohle dient oft zum Polieren des Stahles und des durch Einsetzen gehärteten Eisens (z. B. Säbelklingen und Gewehrschloss-Bestandteile), wird zu diesem Zwecke Holzscheiben eingerieben, welche man dann mit einem geschliffenen Achate oder Feuersteine glättet.

Magnesia mit einem Läppchen weichen Handschuhleders angewendet, ist ein vortreffliches Mittel zum Putzen oder Aufpolieren in Gebrauch gewesener Silbergeräte.

Ziegelmehl (im gemeinen Leben auch Rotstein genannt) dient als Putzmittel für Eisen- und Messinggeräte.

D. Polieren durch Niederdrücken der Unebenheiten liefert, auf entsprechend weichen Metallen, zwar einen hohen Glanz und zwar innerhalb viel kürzerer Zeit als das Glanzschleifen, jedoch findet das aufmerksame Auge die glänzende Fläche bedeckt mit (zwar sehr flachen) Buckeln bezw. Vertiefungen. Man verwendet es daher a. für geringwertige Ware, b. wenn nur schmale Streifen oder kleine Flecke der betreffenden Fläche Glanz bekommen sollen, c. wenn man mit dem Polieren eine Verdichtung der Oberfläche verbinden will, d. wenn der mit Glanz zu versehene Gegenstand mit einem dünnen Überzuge versehen, z. B. vergoldet ist. Der bei dem vorliegenden Verfahren auftretende Vorgang ist (I, 330) erörtert; als Werkzeuge dienen folgende:

Polierstähle. Sie sind von glashartem Stahle und auf das Feinste durch Schleifen poliert; ihre Grösse ist meist gering und insbesondere die wirksame Fläche nur schmal, damit der ausgeübte Druck auf einen kleinen Raum beschränkt desto erfolgreicher sei, d. h. dem Arbeitstücke einen starken Glanz mitteile. Gewöhnlich ist der Polierstahl mit einem langen hölzernen Hefte versehen, welches zur Verstärkung des Druckes auf die Schulter gelegt oder unter den Arm genommen wird. Kleineren giebt man ein kurzes mit der Faust zu umfassendes Heft. In manchen Fällen bedient man sich, um sehr starken Druck anzuwenden, einer 60 bis 90 *cm* langen eisernen Gerbstange, die an einem Ende einen Haken, am anderen ein Heft hat. Ziemlich nahe beim Haken ist unterwärts der Polierstahl eingesteckt. Die Stange wird in wagerechter Lage gebraucht, wobei man den aufwärtsstehenden Haken unter ein an der Werkbank befestigtes Eisen stützt. — Die Gestalt der Polierstähle ist ebenso sehr verschieden, wie jene der Arbeitstücke. Man findet gerade (zungenförmige), am Ende teils zugespitzte, teils abgerundete, auf den Flächen mehr oder weniger gewölbte oder ganz platte Polierstähle; ferner solche, die nur an der Spitze

leicht gekrümmt, andere, die halbmondförmig oder noch stärker krumm sind; solche, die statt der Spitze eine gerade abgerundete Kante besitzen; u. s. w.[1]).

Statt der Polierstähle können in gewissen Fällen harte Steine dienen, welche in der Gestalt der Polierstähle zugerichtet und sehr fein poliert sind (Poliersteine): Achat, Jaspis, Chalzedon, Feuerstein gehören hierher, haben aber eine sehr beschränkte Anwendung; dagegen wird der Blutstein häufig und mit Vorteil an Stelle des Polierstahles gebraucht, besonders auf goldenen, vergoldeten und versilberten Arbeiten. Der Blutstein ist ein (aus rotem Eisenoxyd bestehendes) Eisenerz von beträchtlicher Härte, rötlichgrauer Farbe und strahligfaserigem Gefüge. Ausgewählte harte und dichte Stücke desselben schleift man auf Sandsteinen zu der erforderlichen Gestalt, glättet sie durch Schmirgeln und poliert sie mit Englischrot auf Leder. Die besten Blutsteine sind selten und stehen in hohen Preisen.

Das Werkzeug wird mit der rechten Hand nahe am unteren Ende des Heftes (wo der Stahl oder Stein befestigt ist) gefasst, auf die Arbeit niedergedrückt und nach Erfordernis in kurzen oder längeren Zügen vor- und rückwärts geführt. Runde Gegenstände lässt man in der Drehbank umlaufen, während der Polierstahl oder Polierstein angedrückt wird. Gegenstände aus Blech, welche auf der Rückseite hohl und so dünn sind, dass sie durch den Druck des Polierstahles beschädigt werden könnten, muss man auf eine gehörig gestaltete Blei-Unterlage legen, welche ihre Höhlung ausfüllt. Der Polierstahl wird beim Gebrauch auf Silber, Gold oder vergoldeten Arbeiten fleissig mit Seifenwasser oder schwachem Essig benetzt, wodurch er schlüpfrig bleibt, sich nicht zu sehr erhitzen kann und schneller wirkt; auf Kupfer und Eisen kann man Öl oder Seifenwasser, auf Messing Bier oder Bierhefe zu Hilfe nehmen.

Durch fortgesetzte Arbeit verliert der Polierstahl an Wirksamkeit; er gleitet (infolge sehr feiner Teilchen des polierten Metalles, welche sich angehängt haben) mit zu grosser Schlüpfrigkeit über das Metall hin. Um diesen Fehler zu beseitigen, reibt man die Polierstähle auf einem mit Zinnasche und Öl versehenen über Holz aufgezogenen Leder, die Blutsteine auf einem ähnlichen Leder, welches mit Polierrot und etwas Öl versehen ist. Wird ein zu grosser Druck auf den Polierstahl angewendet, so schieben sich Teilchen der bearbeiteten Oberfläche vor demselben her, und bilden mehr oder weniger auffallende (jedoch nur dem Auge bemerkbare) Querfalten oder Rippen, welche der Schönheit des Glanzes in hohem Masse Eintrag thun. Es gehört Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit dazu, um beim Polieren den Druck so gleichmässig auszuüben, dass keine Streifen entstehen, welche sich durch stärkeren oder geringeren Glanz unterscheiden.

Dem Polierstahle sind, dem Zwecke und der Gebrauchsart nach, einige andere Werkzeuge verwandt, welche in gewissen Fällen als Ersatzmittel desselben dienen. Dies sind: die Polierfeilen, die Glättahlen und die Kratzbürsten.

Unter Polierfeilen versteht man harte stählerne Werkzeuge, welche an Gestalt den flachen, viereckigen, halbrunden oder dreieckigen Feilen gleichen, aber statt des Hiebes eine sehr feine Rauhigkeit besitzen. Es sind nämlich die Flächen der Polierfeilen zuerst auf einem Schleifsteine dergestalt geschliffen, dass die Schleifstriche querüber liegen, dann aber mit Zinnasche oder Polierrot fein geschliffen. Diese zarten Pulver können den Schleifstrich nicht vertilgen, stumpfen ihn jedoch ab, und verleihen der Feile einen starken Glanz. Wird nun das Werkzeug wie eine gewöhnliche Feile über eine Metallfläche hingeführt, oder an ein in der Drehbank (im Drehstuhle) umlaufendes Arbeitstück gehalten, so wirkt es durch seine Glätte nach Art eines Polierstahles. Es sind fast nur die Uhrmacher, welche von den Polierfeilen Gebrauch machen, weil gerade

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 7, S. 203 m. Abb.

diesen Künstlern am meisten zarte Gegenstände vorkommen, die den Druck des Polierstahles nicht vertragen könnten.

Glättahlen, Polierahlen, sind gehärtete stählerne Werkzeuge, welche den Reibahlen (S. 308) bis auf den einzigen Umstand gleichen, dass sie im Querschnitte völlig kreisrund, auf der Oberfläche ganz glatt und selbst poliert sind. Man bedient sich ihrer, um Löcher, welche mit einer Reibahle erweitert wurden und davon noch einige Rauhigkeit besitzen, zu glätten. Die verjüngt gestaltete Ahle wird zu diesem Zwecke mit einiger Gewalt in das Loch hineingedreht und drückt dessen Unebenheiten nieder, fast wie ein Polierstahl thun würde. Es versteht sich, dass man die Glättahlen von ebenso verschiedener Grösse haben muss, wie die Reibahlen.

Die Kratzbürste, Drahtbürste[1]) ist ein bürstenähnliches kleines Werkzeug aus dünnem Messingdraht (seltener und nur zu gewissen Zwecken aus Eisendraht). Man schlägt den Draht über zwei gleichlaufende Stäbchen einige Hundert mal hin und her und bildet so aus demselben eine Art Strähn von 15 *cm* Länge, dessen mittlerer Teil mit dickerem Drahte dicht bewickelt wird. Nur die beiden Enden ragen 15 bis 20 *mm* weit aus jener Umwickelung hervor; diese Enden sind es auch, welche den wirksamen Teil der Kratzbürste ausmachen, indem man die Arbeit damit kratzt oder reibt. Man gebraucht selten die Bürste in ihrem ursprünglichen Zustande, meist schneidet man die Schleifen derselben auf, sodass sie einer wahren Bürste noch ähnlicher wird. Um sie kraftvoller führen zu können, bindet man sie an einen hölzernen Stock, was besonders dann zweckmässig ist, wenn viel und anhaltend mit der Kratzbürste gearbeitet werden muss. In dem Masse, wie die Drähte durch Abnutzung sich verkürzen, wickelt man den äusseren, dicken Draht ab, der zugleich benutzt wird, um die Bürste an dem Stocke zu befestigen. Sehr nützlich sind Kratzbürsten in Scheibenform, ähnlich anderen Bürstenscheiben (S. 390).

Das Kratzen dient zum Hervorbringen des Glanzes hauptsächlich in solchen Fällen, wo die Gestalt der Arbeitstücke weder die Anwendung von Polierpulvern, noch jene des Polierstahles gestattet. So können feine goldene und vergoldete Kettchen, desgleichen goldene oder vergoldete Gegenstände, deren Oberfläche mit feinen erhabenen und vertieften Verzierungen versehen ist, nur mittels der Kratzbürste Glanz erhalten, welche letztere beim Gebrauch mit Seifenwasser oder Bier benetzt wird. Aber auch manche vergoldete und gefärbte goldene Waren, welche glatt sind, behandelt man in dieser Weise, und sie erhalten dadurch einen unvollkommenen Glanz, eine Art von sehr feinem, schimmernden Matt. Die Wirkung der Bürste besteht jedenfalls in einem wahren Glattreiben und ist somit jener des Polierstahles verwandt. Man hat auch für diese Zwecke gläserne Kratzbürsten eingeführt, gebildet aus einem Büschel von äusserst zarten Glasfäden (sogenanntem gesponnenen Glase), welches — etwa 20 *cm* lang und 12 *mm* dick — dergestalt fest mit Bindfaden umwickelt wird, dass an jedem Ende ein 18 *mm* langer Teil nach Art eines gerade abgeschnittenen Pinsels frei steht: die Feinheit und Härte dieser Fädchen entspricht dem Zwecke ausgezeichnet.

An dieser Stelle ist auch des Blankschlagens (I, 327) zu gedenken, d. h. der Erzeugung glänzender und gleichzeitig dichter Flächen durch die Schläge eines Hammers, dessen Bahn durch Feinschleifen hoher Glanz verliehen ist (Polierhammer, Glanzhammer, S. 273).

Das Verfahren, welches einen geschickten Arbeiter verlangt, liefert nicht allein eine schöne, glatte, sondern auch wegen der stattfindenden Verdichtung gegen die atmosphärischen Einflüsse sehr widerstandsfähige Fläche. Es wird insbesondere für Kupferschmiedarbeiten verwendet.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 527.

3. Erzeugen irgendwelcher Zeichnungen durch mechanische Mittel.

Zu dem genannten Zwecke werden seichte Linien in die Oberflächen der betreffenden Gegenstände gegraben oder eingedrückt.

A. Graben, Gravieren bewirkt man mittels der Grabstichel (S. 291); nach Umständen werden kleine Meissel zu Hilfe genommen. Den Zurichtungsarbeiten gehören die folgenden an:

1) Das Nachgravieren und Ciselieren gegossener Gegenstände (z. B. Bronzeguss, Eisenguss), um die im Gusse nicht ganz scharf und rein ausgefallenen Teile auszubessern.

Die feineren Züge solcher Gegenstände werden mit verschiedenen Grabsticheln ausgearbeitet; gröbere Erhabenheiten beseitigt man mit kleinen Meisseln; grössere rauhe Flächen glättet man mittels Feilen. Das Verfahren im einzelnen richtet sich ganz nach den Umständen und ist das Geschäft eigener Arbeiter, welche Ciseleure heissen. Nach Umständen bedienen sich dieselben zur Erreichung ihres Zweckes der Punzen (s. w. u.).

2) Das Gravieren oder Graben von Zeichnungen, im engeren Sinne des Wortes, mit stärkeren und feineren vertieften Linien, ist für Gold- und Silberwaren, messingene Uhrbestandteile, Gewehrläufe und Gewehrschlösser, Säbel- und Degenklingen u. s. w. gebräuchlich.

Nachdem die beabsichtigte Zeichnung zunächst auf Papier entworfen und nachher auf dem Metalle mittels harter Spitze, der Radier- oder Reissnadel (I, 659), leicht eingeritzt ist, wird sie mit dem gewöhnlichen quadratischen oder rautenförmigen Grabstichel (S. 291) ausgeführt. Die verhältnismässige Stärke und die angemessene Lage der Striche muss hier die nämliche Wirkung hervorbringen, wie z. B. bei einer Federzeichnung auf Papier. Dass hierzu eine gewisse Fertigkeit und guter Geschmack des Arbeiters wesentliche Erfordernisse sind, versteht sich von selbst. Beim Graben des Eisens und Stahls bedient man sich zum Teil kleiner Meissel (mit sehr kurzer geradliniger Schneide), auf welche man mit einem kleinen Hammer schlägt, während man sie allmählich fortrückt, um wo nötig längere Linien hervorzubringen.

3) Das Gravieren von Zahlen, Buchstaben und ganzen Aufschriften zur Bezeichnung mancher Metallarbeiten (ein Geschäft des Schriftstechers).

Ausser einer gefälligen Form und der nötigen Regelmässigkeit der Ziffern und Buchstaben verlangt man hierbei auch, dass alle Teile einer Aufschrift von gleicher oder verhältnismässiger Tiefe und die Striche im Innern so glatt wie möglich seien. Zur richtigen Stellung der Buchstaben werden voraus die nötigen Linien mit der Radiernadel nach dem Lineale fein eingerissen; sodann wird jedem Buchstaben sein Platz angewiesen und die ganze Schrift mit der Radiernadel sehr genau vorgezeichnet. Bei diesem Geschäft ist es oft am zweckmässigsten, mit der Austeilung der Buchstaben einer Zeile den Anfang von der Mitte aus nach beiden Seiten hin zu machen, weil man es auf solche Weise leicht und ohne vergebliche Versuche dahin bringt, die Zeile mitten auf einen gegebenen Raum zu stellen. Zum Ausarbeiten der Schrift bedient man sich des rautenförmigen Grabstichels und zu sehr feinen Zügen des Messerzeigers. Fette Striche, wie z. B. die der grossen römischen Schrift, bildet man durch Nebeneinanderlegung mehrerer Grabstichelschnitte, glättet oder ebnet sie aber zuletzt mittels eines Flachstichels von angemessener Breite. Dabei befolgt man gern das Verfahren, den Flachstichel in der Mitte der Länge des breiten Striches aufzusetzen und ihn von da aus einmal nach einem Ende, einmal nach dem

andern Ende des Buchstabens zu führen. Der **Grat** oder die rauhe Kante, welche der Grabstichel jedesmal zu beiden Seiten eines gestochenen Striches aufwirft, wird mittels des Schabers (S. 384) beseitigt, worauf man die geschabte Stelle mit einem feinen Wassersteine oder mit Kohle abschleift und poliert. Ist jedoch die Fläche von der Art, dass auf derselben nicht geschabt werden darf, so muss man sich damit begnügen, von jedem Striche besonders den Grat mittels der Schneide des Grabstichels abzulösen, was freilich mühsamer und schwieriger ist. Bei sehr feiner Gravierung kann auch wohl der zarte Grat allein durch Schleifen mit nasser Holzkohle beseitigt werden.

4) Das **Schraffieren**, d. h. das Nebeneinanderlegen mehrerer Linien, führt man zuweilen mittels durch die freie Hand geführten Grabstichels aus. Ein höherer Grad der Gleichartigkeit wird jedoch erzielt durch Benutzung einer **Schraffiermaschine**.

Sie wird vorzüglich angewendet: zum Kupferstechen (**Kupferstechmaschinen**)[1]; zum Eingraben der Schraffierungen in Petschaften u. dgl.[2]; zum mechanischen Abbilden von Reliefs, als Münzen u. s. w. (**Reliefmaschine, Glyptographische Maschine**)[3]. Die Maschinen der letzten Art bilden den Übergang zu den Guillochiermaschinen.

5) Das **Guillochieren** besteht in dem Hervorbringen feiner oder stärkerer vertiefter Linien, mittels einer Grabstichelspitze, welche seitens der Guillochiermaschine[4]) in eigenartigen Bahnen geführt wird. Man verwendet das vorliegende Verfahren zum Verzieren der Uhrgehäuse, Schnupftabakdosen u. s. w.

Wenn man gegen die senkrechte Endfläche eines Arbeitstückes, welches sich an der gewöhnlichen Drehbank in Bewegung befindet, einen spitzen Drehstahl unbeweglich andrückt, so schneidet der letztere eine Kreislinie ein, deren Mittelpunkt in der Umdrehungsachse, also in der verlängerten Achse der Spindel liegt, und deren Halbmesser verschieden ausfällt, je nachdem die Spitze näher oder weniger nahe an der Umdrehungsachse sich befindet. Mehrere auf solche Weise hervorgebrachte Kreislinien haben natürlich denselben Mittelpunkt, sind also zu einer eigentlichen Verzierung nur wenig geeignet. Ein Schritt weiter geschieht dadurch, dass man Kreise von verschiedener Grösse an verschiedenen Stellen ausserhalb des Mittelpunktes des Werkstücks anbringt; denn durch geschmackvolle Austeilung und Verschlingung solcher Kreise können sehr zierliche Zeichnungen erzeugt werden. Für diese Art Arbeit dient der sogenannte **Versetzkopf**, eine messingene oder eiserne kreisrunde Scheibe, welche auf dem vorderen Ende der Drehbankspindel gleich einem Futter aufgeschraubt wird und in der Mitte ihrer Fläche einen geraden Schieber enthält, der durch eine Schraube zwischen zwei Leisten mit Falzen bewegt werden kann. Im Mittelpunkte des Schiebers wird mittels eines gewöhnlichen Futters das Arbeitstück eingespannt. Entspricht der Mittelpunkt des Schiebers durch seine Stellung dem Mittelpunkte der Umdrehung (d. h. der Spindelachse), so läuft die Arbeit rund und der Fall ist von dem vorigen (bei Anwendung der Drehbank ohne Versetzkopf) nicht verschieden. Rückt man aber den Schieber mehr oder weniger aus dem Mittelpunkte der Platte, so geht die Umdrehungsachse durch einen Punkt des Werkstückes, welcher ausserhalb des Mittelpunktes derselben liegt, und dieser giebt

---

[1]) **Prechtl**, Technolog. Encykl., Bd. 9, S. 84 m. Abb.
[2]) **Prechtl**, Technolog. Encykl., Bd. 7, S. 211 m. Abb.
[3]) **K. Karmarsch**, Beschr. einer Relief-Masch. z. getr. bildl. Darst. v. Münzen u. s. w. auf mech. Wege. Hannover 1836, m. Abb.
D. p. J. 1837, **63**, 95 m. Abb.
[4]) **Geissler's** Drechsler, Bd. 2 u. 3, Leipzig 1796—1801, m. Abb.
Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 220 m. Abb.
Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 8, S. 1 m. Abb.

nun den Mittelpunkt für die Kreislinie an, welche ein angehaltenes spitziges Werkzeug auf der Fläche erzeugt. Kommt endlich noch eine einfache Vorrichtung hinzu, durch welche das Werkstück auf dem Schieber, bei unveränderter Lage des letzteren, um sich selbst gedreht werden kann, so ist es leicht, Kreise an allen beliebigen Stellen der Arbeitsfläche anzubringen. Durch Verbindung des Ovalwerkes (S. 335) mit dem Versetzkopfe erzeugt man mit Ellipsen (Ovalen) das Nämliche, was mittels des Versetzkopfes allein nur mit Kreisen erzielt werden kann.

Alle diese Verzierungen, so bedeutende Mannigfaltigkeit zie zulassen, werden doch hierin noch von den eigentlichen Guillochierungen übertroffen. Die Maschinen zum Guillochieren sind entweder Drehbänke, welche auch zugleich zum Runddrehen gebraucht werden können (Patronen-Drehbank) oder eigentliche Guillochier-Maschinen, welche nur zum Guillochieren dienen. Beide stimmen im wesentlichen miteinander überein. Sie enthalten gleich einer gewöhnlichen Drehbank eine Spindel, welche aber in viel langsamere Umdrehung gesetzt wird, als beim Runddrehen, und einen Stichelträger, auf welchem der Grabstichel oder spitzige Drehstahl eingespannt ist, so jedoch, dass er sich für jede neue Linie an eine andere Stelle der Arbeit versetzen lässt. Auf der Spindel sind mehrere messingene oder eiserne (am besten stählerne oder gehärtete) Scheiben mit ausgezacktem oder ausgeschweiftem Rande (Patronen, Patern) angebracht, welche sich zugleich mit der Spindel selbst umdrehen. Letztere ist samt ihren beiden Docken zwischen zwei Spitzen am Fusse der Docken wie um eine Achse beweglich; sie kann mithin nach Art eines umgekehrten Pendels hin- und herschwingen, und die Ebene dieser Bewegung ist rechtwinklig gegen die Lage der Spindel. Neben der Spindel befindet sich ein stumpfer, abgerundeter und fein polierter stählerner Stift (der Anlauf, Taster), der unbeweglich in wagerechter Richtung und in der Höhe der Spindel liegt. Eine Feder oder ein Gewicht zieht die Spindel stetig nach der Seite des Anlaufes, sodass sich der Umkreis derjenigen Pater, welche eben im Gebrauch ist, mit einer gewissen Kraft gegen den Anlauf lehnt. Man sieht hiernach leicht ein, dass die Spindel bei ihrer Umdrehung nicht rundlaufen kann, sondern dass sie jedesmal, wenn eine Hervorragung der Pater gegen den Anlauf kommt, diesem letzteren ausweichen, dagegen sich ihm nähern muss, wenn eine eingeschnittene oder vertiefte Stelle der Pater eintritt. Daher muss die von dem Grabstichel auf der Arbeitsfläche eingeschnittene Linie eine verjüngte Nachbildung von der Umfangsgestalt der Pater sein.

Soll Guillochierung auf der walzenförmigen Fläche eines runden Arbeitstückes erzeugt werden, so erleidet die beschriebene Einrichtung einige Abänderung. Die Spindel muss sich dann in feststehenden Lagern drehen, aber die Fähigkeit besitzen, sich in diesen Lagern der Länge nach zu verschieben. Die Patern haben ihre Auszackungen nicht auf, sondern seitwärts von ihrem walzenförmigen Umfange, ähnlich wie Zähne eines Kronrades hervorragen (daher solche Patern Kronen genannt werden). Anlauf und Gegengewicht oder Feder sind demgemäss angebracht. Der Grabstichel steht rechtwinklig gegen die Spindel und berührt den Umkreis oder die walzenförmige Fläche des Werkstücks. Dreht sich letzteres, so schiebt es sich auch, der Gestalt der Pater entsprechend, in der Richtung seiner Achse hin und her, bewirkt also, dass die eingeschnittenen Linien geschlängelt erscheinen.

Beim Guillochieren auf der ebenen Fläche kann auch das Ovalwerk in Anwendung gebracht werden, wodurch man, statt gezackter oder ausgeschweifter Kreislinien, dergleichen Ellipsen hervorbringt. — Die schwingende Bewegung des Spindelgestelles an den Patronen-Drehbänken kann erspart und die Arbeit bedeutend vereinfacht werden, indem man eine dem Ovalwerke (S. 335) gleiche Vorrichtung benutzt, nur statt des glatten Ringes eine ringförmige auf dem äusseren Umkreise beliebig gezackte Pater anbringt, welche gleichachsig oder ausserachsig (in Beziehung zur Spindel) gestellt werden kann, wodurch im ersteren Falle kreisförmige, im letzteren Falle ovale Guillochierung entsteht. Die Spindel hat also bei dieser Anordnung keine andere Bewegung als die

:hsendrehung, und das mittels des Ovalwerkes mit ihr verbundene Arbeitstück ıpfängt die von dem Umrisse der (unbeweglichen) Pater geforderten Schie-ıngen.[1]) Eigentliche Guillochiermaschinen baut man häufig mit senkrechter indel.

Für mehr oder weniger rechteckige Flächen wählt man häufig statt der sprochenen Einrichtungen, welche gewissermassen in sich zurücklaufende nien liefern, solche, deren Stichel sich — in mehr oder weniger geschlängelten er gezackten Linien — hin- und herbewegt. Die hierzu erforderliche gegen-tzliche Führung zwischen Werkstück und Stichel kann ähnlich wie vorhin schrieben gewonnen werden, nur ist der Unterschied zu machen, dass die ronenpater in eine Ebene gelegt, also zu einer Lehre mit entsprechend ge-ltetem Rande wird. Es kann, je nach Umständen der Stichel dieser Lehre er Führungsschiene (S. 316) entlang bewegt werden, während das Werkstück tliegt, oder dem festen Stichel gegenüber das Werkstück sich längs der hre bewegen, oder endlich jedem der Teile eine der Bewegungen zufallen. chtet man derartige Guillochiermaschinen nach Art der Reliefmaschinen (S. 397) ı, so vermag man mittels derselben Tierfiguren, Blumen u. s. w. zu zeichnen.

6) Das Kordieren[2]) wird für dünnen Gold-, Silber-, auch wohl ombakdraht, welche für Schmucksachen verarbeitet werden sollen, an-wendet; es besteht in dem Hervorbringen feiner Linien, welche der raht in Gewindegängen bedecken, sodass sie ihm das Ansehen eines ark gedrehten Fadens verleihen (S. 313).

7) Das Punzen und Rändeln. Die Punze (S. 278) ist sehr ge-gnet, Teile einer Metalloberfläche (sofern das Metall bildsam genug ist) ıch einem anderen Orte zu verdrängen. In diesem Sinne verwendet an sie bei dem Nacharbeiten bronzener Gusswaren (Ciselieren), wie i dem Erzeugen mancherlei vertiefter bezw. erhabener Verzierungen ıf goldenen, silbernen, kupfernen u. s. w. Gegenständen. Sie taugt für inere Arbeiten, weil man sie zunächst in aller Ruhe auf die zu be-rbeitende Stelle setzt, und dann erst durch einen Schlag den wirksamen ruck hervorbringt. Man verwendet für den vorliegenden Zweck Punzen ıit einfach gerundeten oder mehr oder weniger reich gegliederten Arbeits-lächen.

Hierher gehört der Gebrauch der Punzen beim Gravieren von Siegeln, Münz-Prägstempeln u. dgl., sowie bei der Verfertigung von Aufschriften auf Metall und bei anderen ähnlichen Gelegenheiten. Die Ausarbeitung von Ver-tiefungen auf Siegeln, Prägstempeln u. s. w. wird durch Anwendung von Punzen oft sehr erleichtert, in gewissen Fällen sind sie geradezu unentbehrlich. Die Punzen des Graveurs unterscheiden sich von jenen des Goldarbeiters dadurch, dass sie nicht bloss einfache Glieder einer Zeichnung enthalten, sondern ganze Bestandteile derselben, die von höchst mannigfaltiger Art sein können.

Indem man solche Teile mittels Punzen einschlägt, erspart man nicht nur die Mühe, sie mittels des Grabstichels auszuarbeiten, sondern erreicht meist selbst eine Vollkommenheit, die beim Graben kaum oder gar nicht möglich sein würde. Namentlich haben die Punzen in dieser letzten Hinsicht da bei weitem den Vorzug, wo es darauf ankommt, mehrere kleine Vertiefungen von vollkommenster Gleichheit hervorzubringen, oder solche, deren Grund ganz eben und glatt ausfallen muss. In Petschaften und Münzstempeln werden die Buch-staben und Zahlen, ferner Kronen, Helme, Sterne, Kreuze, Röschen, Teile von

[1]) D. p. J. 1838, 67, 175 m. Abb.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1833, Bd. 4, S. 236 m. Abb.

Ordensketten, Tierfiguren oder deren Bestandteile und zahllose ähnliche Gegenstände so viel nur möglich mittels Punzen eingeschlagen, wobei, wie sich von selbst versteht, die Zeichnung der Punzen verkehrt stehen muss, verglichen mit jener Stellung, welche der damit gemachte Eindruck erhalten soll.

Aufschriften und Zahlen auf metallenen Gegenständen werden oft mit Punzen eingeschlagen (Buchstaben-Punzen, Zahlen-Punzen); und dieses Verfahren hat den Vorzug vor dem Graben, wenn (wie bei der grossen römischen Schrift) die Buchstaben eine eckige, mit dem Grabstichel nicht leicht in vollkommener Schönheit hervorzubringende Gestalt besitzen und viele breite Striche enthalten. Eingeschlagene Schrift hat vor gestochener auch das voraus, dass die einzelnen Buchstaben gleicher Art die genaueste Übereinstimmung in der Gestalt darbieten. Dagegen muss man, wegen Unanwendbarkeit der Punzen, zum Graben seine Zuflucht nehmen, wenn der mit Schrift zu bezeichnende Gegenstand zu zart ist, um das Einschlagen zu gestatten, oder wenn (wie bei schöner Schreibschrift) die Buchstaben hauptsächlich dünne, geschwungene Striche enthalten und untereinander zusammenhängen.

Die Verfertigung aller Arten von Punzen geschieht (sofern ihre Gestalt nicht so einfach ist, dass die Ausbildung mittels der Feile allein möglich wird) teils mittels des Grabstichels, teils mittels Gegen-Punzen, teils durch Senker. Man bereitet ein gehörig zugefeiltes Stahlstäbchen, entwirft nötigenfalls auf dessen fein und eben abgeschliffener Endfläche mit einer stählernen Spitze eine Vorzeichnung und arbeitet diese mittels verschiedener Grabstichel, am Umrisse zum Teil mit Hilfe feiner Feilen, so aus, dass sie erhaben steht. Vertiefungen, welche von der Art sind, dass man sie mittels des Stichels nicht leicht oder schön genug erzeugen kann, schlägt man mittels einzelner Punzen: Gegen-Punzen, Kontre-Punzen ein. So z. B. wird beim Gravieren einer Punze für den Buchstaben O die ovale innere Vertiefung mittels einer Punze gebildet; ähnliche Fälle kommen bei vielen anderen Buchstaben, wie A, B, C, D, e, g u. s. w., wie auch bei Punzen, welche keine Buchstabenpunzen sind, vor. — Das Senken der Punzen wird angewendet, wenn deren mehrere von einerlei Gestalt herzustellen sind. In diesem Falle gräbt man nur ein einziges Stück, härtet dasselbe, schlägt es in einen würfelförmigen stählernen Senkklotz ein, härtet auch diesen und bildet mittels desselben die übrigen Punzen dadurch, dass man die stählernen Stäbchen auf den Eindruck des Senkklotzes setzt und durch Hammerschläge hineintreibt. Man pflegt auch Punzen in den Senkklotz bloss deshalb einzuschlagen, damit man sie sogleich wieder ersetzen kann, wenn sie beim Gebrauche zerspringen oder sonst zu Grunde gehen. Die Mattpunzen empfangen ihre äusserst feinzackige Beschaffenheit durch Aufschlagen auf eine feine Schlichtfeile.

Zuweilen werden die Punzen so gross gemacht, dass die durch sie verrichtete Thätigkeit Prägen genannt werden muss. Deckel, Böden und Zargen zu goldenen Dosen werden zuweilen auf diese Weise durch fein gravierte oder guillochierte Stempel bearbeitet.

Das Rändeln besteht in dem Eindrücken mannigfacher Verzierungen durch Anwendung kleiner Rädchen (Rändelräder, Krausräder, Schlagrädchen, Moletten) von gehärtetem Stahle, welche auf ihrem Umkreise die angemessenen Vertiefungen oder Erhöhungen enthalten, in eine eiserne Gabel (Rändelgabel) gefasst sind und gleich einem Stichel auf die Auflage der Drehbank gestützt und kräftig gegen das umlaufende Werkstück gedrückt werden, wobei sie durch die Berührung mit dem letzteren sich von selbst um ihre eigene Achse drehen.

Die krausen Ränder runder Schraubenköpfe, mancherlei verzierte Reifen auf Metallgegenständen u. s. w., sind auf diese Weise erzeugt; die kleinen Grübchen auf den Fingerhüten werden oft mittels Rändelrädchen hervorgebracht; beliebig breite verzierte Blechstreifen zu allerlei Zwecken kann man, in Ermangelung

anderer Mittel (insbesondere eines Walzwerkes) dadurch erzeugen, dass man einen aus Blech gebogenen und gelöteten Reif auf ein walzenförmiges hölzernes Futter steckt, rändelt, dann aufschneidet und geradebiegt. Im grössten Massstabe hat man das Rändeln angewendet zur Verfertigung der vertieften Zeichnungen auf messingenen oder kupfernen Kattundruckwalzen, wozu eigene Rändelmaschinen, Molettiermaschinen (Drehbank mit Leitspindel, S. 331, welche auf dem Stichelträger zuerst den Stahl zum Abdrehen der Walze und dann das Rändelrad trägt[1]) erfunden sind; daneben dient eine andere Maschine zum Eindrücken der Zeichnung auf den Rändelrädern selbst)[2]).

Für die vollkommene Wirkung eines Rändelrades wird vorausgesetzt, dass auf dem Umkreise des Arbeitstückes die Zeichnung des Rades gerade so oft Platz finde, als irgend eine ganze Zahl ausdrückt. Da nun die Zeichnung, welche man durch Rändeln hervorbringt, meist aus kleinen, sich wiederholenden Teilen besteht, so wird jene Bedingung fast jedesmal entweder sogleich erfüllt sein, oder — wenn nicht — durch den Druck des Rades der Umkreis der Arbeit bald sich so verkleinern, dass jenes der Fall ist. Sollte die Zeichnung grössere Teile enthalten und der Abdruck nicht rein, sondern doppelt ausfallen, so ist durch ein geringes Abdrehen des Arbeitstückes, um den Umkreis desselben im nötigen Masse zu verkleinern, leicht Hilfe zu schaffen. — Die Rändelräder werden selbst wieder durch ein dem Rändeln ganz ähnliches Verfahren verfertigt, indem man ein Rad vertieft und verkehrt graviert, es härtet und dann dieses mittels einer einfachen Vorrichtung in das noch weiche Rädchen durch Andrücken und Umdrehen eindrückt.

4. Überziehen oder Bedecken der Metalloberflächen mit anderen Stoffen.

Die hierher gehörenden Arbeiten sind ihrem Wesen nach bereits (I, 454—459) erörtert. Es sollen am vorliegenden Orte die Verfahren in ihren Einzelheiten besprochen werden.

A. Das Verzinnen.

Das Überziehen metallner Gegenstände mit Zinn hat entweder nur den Zweck, das Aussehen derselben zu verschönern oder den weitergehenden, sie vor der Zerstörung durch Rost u. dgl. zu schützen. Sofern im letzteren Falle die Gegenstände beim Gebrauch mehr oder weniger der Abnutzung unterliegen, muss die Zinnbekleidung eine ziemliche Stärke haben, welche durch Auftragen des Zinnes im geschmolzenen Zustande erlangt werden kann. Waren hingegen, welche wenig Abreibung zu ertragen haben, bedürfen nur einer zarten Zinndecke, welche aus zinnhaltigen Flüssigkeiten darauf niedergeschlagen wird und den Vorteil gewährt, dass sie die Glätte der Oberflächen, sowie alle auf denselben befindlichen Verzierungen, die Schärfe aller Spitzen, Ecken, Kanten, einspringenden Winkel u. s. w. durchaus nicht beeinträchtigt. — Es ist mit Rücksicht hierauf Verzinnung durch geschmolzenes Zinn (auf trockenem Wege) und Verzinnung auf nassem Wege (durch zinnhaltige wässerige Auflösungen) zu unterscheiden.

1) Verzinnen auf trockenem Wege (mittels geschmolzenen Zinnes). Wenn die blanke Oberfläche eines Metalles mit einem andern, geschmolzenen, Metalle bei gehörig hoher Temperatur in Berührung gebracht wird, so erfolgt in den meisten Fällen ein mehr oder weniger festes Anhängen des flüssigen Metalles an das feste. Hierauf beruhen,

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 299 m. Abb. D. p. J. 1862, **164**, 180 m. Abb.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 296 m. Abb.

nebst dem Löten, mehrere Verfahrungsarten, bei welchen der Zweck ist, ein Metall mit einem anderen, leichter schmelzbaren, zu überziehen, worunter das Verzinnen ausgedehnteste Anwendung geniesst. — Wesentliche Bedingung zum Gelingen des Verzinnens ist es, dass das Metall, welches verzinnt werden soll, vollkommen blank, d. h. frei von Rost und Schmutz sei; ausserdem muss das Metall einen angemessenen Hitzegrad besitzen und überhaupt von der Art sein, dass es eine Neigung hat, sich mit Zinn zu verbinden.

Eine gute Verzinnung muss nicht zu dünn (aber auch nicht zu dick), sehr glatt, von rein zinnweisser Farbe und spiegelndem Glanze sein. Ein zu dicker Zinnüberzug erscheint nie ganz glatt und ist auch nicht dauerhaft, weil nur die dem verzinnten Metalle zunächst liegenden Teile des Zinnes von demselben festgehalten werden, die übrigen hingegen sehr leicht abschmelzen. Man sollte sich zum Verzinnen nur des ganz reinen Zinnes bedienen, welches einen schöneren und dauerhafteren Überzug liefert, als bleihaltiges Zinn, wenn auch letzteres bei mässigem Bleigehalte nicht in bemerkbarem Grade der Gesundheit nachteilig ist. Indessen lässt sich mit bleihaltigem Zinn leichter verzinnen, und sowohl aus diesem Grunde als wegen der Wohlfeilheit ist die Anwendung desselben sehr häufig; man nimmt oft 3 Teile Blei auf 5 Teile Zinn, ja sogar gleiche Teile Zinn und Blei. Ein Zusatz von Wismut zum bleihaltigen Zinn (wodurch man diesem mehr Weisse und Glanz zu geben sucht) ist verwerflich, weil dadurch die Verzinnung zu leichtflüssig wird, so dass sie selbst durch die beim Kochen mancher Speisen angewendete Hitze abschmilzt. Dagegen wird durch einen Eisen-Zusatz das Zinn viel härter und dauerhafter: die Verzinnung mit dem Gemische ist für die Gesundheit vollkommen unschädlich; sie lässt sich wegen ihrer Schwerflüssigkeit in einer dickeren Schicht auftragen, ist aber nicht so leicht herzustellen, als die mit reinem Zinn. Um das eisenhaltige Zinn für diesen Zweck zu bereiten, kann man in einem hessischen Schmelztiegel unter einer (die Luft abhaltenden) Decke von Borax und Glaspulver 8 Teile Zinn mit 1 Teil reiner Eisenfeilspäne zusammenschmelzen. Auf gleiche Weise kann man Legierungen aus 16 Zinn, 1 Nickel; oder 89 Zinn, 6 Nickel, 5 Eisen; oder 160 Zinn, 10 Nickel, 7 Eisen darstellen, welche ebenfalls die schon erwähnten Vorzüge haben, aber teurer zu stehen kommen, als das mit Eisen allein versetzte Zinn. — Wird dem zur Verzinnung bestimmten reinen Zinn ein Zusatz von 4 bis 5% Zink gegeben, so schützt es, auf Eisen angebracht, das letztere in der Witterung besser gegen Verrosten, als eine Verzinnung mit unvermischtem Zinn.

Die innere zu verzinnende Oberfläche kupferner, messingener oder schmiedeiserner Gefässe wird geschabt oder mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizt und dann mit Sand und Wasser blank gescheuert. Gespült und gehörig abgetrocknet, erhitzt man sie über Kohlenfeuer, giebt Kolophonium (oder Salmiak) nebst geschmolzenem Zinn hinein und reibt letzteres mit einem Büschel Werg (Hede), welches an einen Stock gebunden ist oder in einer Zange gehalten wird, so gleichmässig wie möglich auseinander, dass es die ganze Oberfläche bedeckt; der Überfluss wird ausgegossen. An Stellen, wohin man mit der Wergbürste nicht bequem gelangen kann, wird das Zinn mittels eines Lötkolbens (I, 202) aufgetragen und ausgebreitet.

Eine dünne, aber sehr gleichförmige Verzinnung kann auf kupfernen messingenen und eisernen Gegenständen leicht und schnell mit fein gekörntem Zinn hervorgebracht werden. Man verwandelt nämlich das Zinn, indem man es geschmolzen in einer kreidebestrichenen verschlossenen hölzernen Büchse bis zum Erstarren heftig schüttelt, in feines sandartiges Pulver, von welchem alle

groben Teile abgesiebt werden. Solches Zinnpulver wird mit Salmiakauflösung angemacht, mit dem Pinsel der blanken Metallfläche aufgestrichen, dann der Gegenstand bis zum Schmelzpunkte des Zinnes erhitzt und endlich mit einem Büschel Werg abgewischt.

Das beim Löten so wirksame salzsaure Zink (S. 359) kann auch beim Verzinnen die Stelle des Salmiaks auf das Vorteilhafteste vertreten; bei Anwendung desselben nimmt die vorgängige Reinigung der zu verzinnenden Oberflächen weniger Sorgfalt und Mühe in Anspruch, weil die Auflösung des Zinksalzes selbst reinigend wirkt.

Sollen die betreffenden Gegenstände vollständig mit Zinn überzogen werden, so taucht man sie — nachdem die Säuberung und Erwärmung wie immer stattgefunden hat — in das geschmolzene Zinn, hebt sie wieder hervor, um mittels eines Wergbüschels die Gleichförmigkeit des Zinnüberzuges zu fördern, taucht sie dann in ein zweites Bad, welches meistens aus reinerem Zinn besteht, und lässt das überflüssige Zinn abtropfen. Zuweilen werden die sich hierbei bildenden Tropfränder durch Eintauchen in erhitzten Talg bis auf einen geringen Rest beseitigt, zuweilen auch die Gegenstände vollständig in erhitzten Talg getaucht, um die Zinnoberfläche leicht zu schmelzen, sodass sie nach dem Erstarren eine grössere Glätte zeigt. Das Zinnbad befindet sich — um es vor Oxydation zu schützen — unter einer Talgschicht.

Übrigens unterliegt das Verfahren mannigfachen Verschiedenheiten, je nach Gestalt und Grösse der Gegenstände.

Verzinnen kleiner eiserner, messingener und kupferner Gegenstände. — Kleine Eisengegenstände, welche verzinnt werden sollen, als: Nägel, Stifte, Fischangeln, Schnallen, Ringe, Kleiderhafte (Haken und Ösen u. s. w.) beizt man durch verdünnte Schwefelsäure (100 *kg* Wasser, 3 *kg* Vitriolöl) ab, in welcher man sie mehrere Stunden oder überhaupt so lange liegen lässt, bis sie völlig blank und rein sind. Dann werden sie in Wasser abgespült und mit Holzsägespänen abgetrocknet, indem man sie in einem Sacke mit den Sägespänen schüttelt und letztere durch ein Sieb wieder abscheidet. Etwas grössere Stücke behandelt man auf dieselbe Weise, nur dass man sie mit der Hand in den Sägespänen abtrocknet. Hat man mit ganz kleinen Gegenständen zu thun, welche in grosser Zahl auf einmal verzinnt werden müssen, so schmilzt man in einer flachen eisernen Pfanne so viel Zinn, dass es 3 bis 5 *cm* hoch steht, und giebt darauf etwa 1 *cm* hoch Talg. Man lässt die Ware langsam durch den Talg in das gehörig erhitzte Zinn fallen, rührt um und nimmt sie wieder heraus.

Bei dieser letzteren Arbeit ist ein Kunstgriff nötig, damit die Stücke nicht während des Erkaltens durch das Zinn zusammenkleben, gleichsam sich aneinander festlöten. In dem Zeitpunkte, wo man glaubt, dass die Verzinnung erfolgt sei, holt man mit einer eisernen, mehrzackigen Gabel so viel Stücke heraus, als darauf liegen bleiben, bringt die Gabel über ein Gefäss mit Wasser, und führt gegen den Stiel derselben einen raschen Schlag, durch welchen die verzinnten Stücke zerstreut in das Wasser geschleudert werden. Den noch anhängenden Talg beseitigt man durch Schütteln mit Kleie oder Sägespänen in einem Sacke.

Ein anderes Verfahren besteht darin, dass man die abgebeizten und getrockneten Gegenstände in einer eisernen Trommel, welche über Kohlenfeuer umgedreht wird, bis zum Schmelzpunkte des Zinnes erhitzt, dann Zinn und Salmiak hinzugiebt und die wieder verschlossene Trommel um ihre Achse dreht, bis die Verzinnung geschehen ist. — Mit geringen Mengen kleiner Gegenstände kann das Verzinnen auf folgende Weise vorgenommen werden: Man bringt dieselben nebst gekörntem oder sonst zerkleinertem Zinn und etwas Salmiak in einen weiten steingutenen enghalsigen Krug, erhitzt dieses Gefäss, während es auf der Seite liegt, über Kohlenfeuer, dreht und schüttelt es dabei fleissig,

schüttet nach vollendeter Verzinnung den ganzen Inhalt in Wasser und trocknet die Ware mit Sägespänen ab.

Sind die Arbeitstücke, welche man zu verzinnen hat, von einiger Grösse, so taucht man sie entweder einzeln oder büschelweise an einem Drahte hängend in das Zinn. Letzteres wird in einer eisernen Pfanne geschmolzen und, nachdem man etwas Talg auf die Oberfläche gegeben hat, stark erhitzt. Ist der Talg schwarz geworden und läuft beim Wegschieben desselben das entblösste Zinn rötlichblau an, so streut man auf die gereinigte Zinnfläche etwas gepulverten Salmiak, der ziemlich stark dampfen muss, wenn die Hitze gross genug ist. Man schreitet nun zum Eintauchen der Gegenstände, welche man, nachdem sie das Zinn gehörig angenommen haben, durch Abschütteln von dem Überflusse desselben befreit und in Wasser wirft.

Kleine messingene und kupferne Waren behandelt man wie eiserne. — Von verzinnten kupfernen Gegenständen kann das Zinn schnell und rein dadurch abgenommen werden, dass man sie in Kupfervitriolauflösung kocht.

Verzinnen der Eisendrahtgewebe (Drahtsiebe). — Verzinnung ist vorzugsweise ausführbar auf solchen Eisendrahtsieben, welche aus blankem (ungeglühtem oder nach dem Glühen wieder abgebeiztem und gescheuerten) Drahte gewebt sind, weil der Glühspan auf schwarzem Drahte nicht leicht vollkommen weggeschafft werden könnte. Die in der zum Gebrauch nötigen Grösse zugeschnittenen Drahtgewebe werden ungefähr 1 Minute lang in einer aus 1 Massteil rauchender Salzsäure und 3 Massteilen Wasser bestehenden Mischung abgebeizt, in reinem Wasser abgespült, auf beiden Seiten mit einem Schwamme oder Lappen gerieben, durch Schütteln von überflüssigem Wasser befreit, sogleich auf beiden Seiten mit gestossenem weissen Pech (welches man daraufsiebt) bestreut und auf einem eisernen Rahmen von folgender Einrichtung ausgespannt. Derselbe muss gerostet sein, damit er kein Zinn annimmt, hat auf der einen Fläche ringsum eiserne Spitzen zum Aufstechen des Drahtgewebes, auf der andern Fläche aber ein eisernes Kreuz, dessen zwei Stäbe etwas bogig geformt sind, sodass sie von der Rahmenfläche abstehen. Das zur Verzinnung dienende Zinn ist indessen in einer eisernen Pfanne geschmolzen und stark erhitzt worden (jedoch nicht so stark, dass das verzinnte Sieb beim Herausziehen gelb anläuft, wovon man sich durch kleine Probestücke überzeugt). Man schiebt das Oxyd mittels eines Streichbleches zur Seite, um eine blanke Zinnfläche zu gewinnen, und senkt im selben Augenblicke mit der andern Hand den vorhin erwähnten Rahmen (den man an seinem Stiele hält) samt dem Drahtgewebe in das Zinn. Nach 1 Minute Verweilens zieht man den Rahmen wieder heraus (indem man abermals das Oxyd beiseite schiebt) und schlägt mit dem Kreuz desselben zwei- oder dreimal rasch gegen ein Brett, um das überflüssige Zinn abzuschütteln. Schliesslich lässt man das verzinnte Sieb durch ein Walzwerk gehen, welches so eingestellt ist, dass es eine Glättung bewirkt, ohne die Drähte an ihren Kreuzungsstellen zu beschädigen.

Die Erzeugung des Weissbleches, d. h. Verzinnung dünnen Eisenbleches findet in so grossem Umfange Anwendung, dass lohnend ist, für dieselbe besondere, sowohl Arbeit sparende als auch die Schönheit der Ware fördernde Einrichtungen anzuwenden. Allmählich sind die Ansprüche, welche man hinsichtlich der Güte des Weissbleches macht, so bedeutende geworden, dass wohl nur noch mittels solcher Einrichtungen erzeugtes Weissblech verkäuflich ist. Wegen der Einzelheiten der in Frage kommenden Verfahren, Maschinen und sonstigen Einrichtungen auf die Quelle verweisend[1]), begnüge ich mich, hier die einzelnen Bearbeitungen im grossen und ganzen anzuführen.

Von dem zu verzinnenden Eisenblech verlangt man, dass es metallisch rein ist, eine sehr glatte, gleichförmige Oberfläche besitzt und geschmeidig ist. Die letzteren beiden Forderungen werden am leichtesten von Flusseisenblechen erfüllt, weshalb diese neuerdings mit Vorliebe für die Weissblecherzeugung verwendet werden.

---

[1]) Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1887, S. 312—439 m. Abb.

Das von den Walzwerk entnommene Walzblech erfährt vor der Verzinnung der Reihe nach folgende Bearbeitungen:

1) Das Vorbeizen zur Entfernung des Walz-Glühspans; 2) das Glühen, behufs Beseitigung der vom Walzen herrührenden Spannungen; 3) das Kaltwalzen, behufs Glättung der Flächen; 4) das Fertigglühen, um die bei der vorigen Arbeit eingetretenen Spannungen zu beseitigen; 5) das Fertigbeizen, behufs Beseitigung des bei der vorhergegangenen Behandlung entstandenen Glühspans.

Das Beizen findet jetzt regelmässig mittels verdünnter Schwefelsäure, seltener mittels dgl. Salzsäure statt. Die Bleche werden in einiger Zahl so in Drahtgestelle gesetzt, dass sie möglichst sich nicht berühren, in das Beizgefäss gehoben und entweder in diesem hin- und herbewegt, oder durch die bewegte Beizflüssigkeit lebhaft bespült, wobei die gegensätzliche Bewegung in die Richtung der Blechoberfläche fällt. Die Beizgefässe sind mit einer Bleiauskleidung versehen, welche durch eine Holzauskleidung gegen Beschädigungen seitens der anstossenden Bleche geschützt wird. Man erwärmt die Beizflüssigkeit (durch eingelegte Dampfröhren), um die Wirkung der Beize zu fördern. Dem Beizen folgt das Spülen, meistens indem man die Bleche mittels des erwähnten Gestelles aushebt und in das Spülgefäss niedersenkt. Hier wird ebenfalls durch lebhafte Bewegung der Bleche gegenüber dem Spülwasser — welches meistens in stetigem Strome dem Spülgefäss zugeführt wird, bezw. am entgegengesetzten Ende desselben abfliesst — die spülende Wirkung zu fördern gesucht. Man stellt wohl das Beiz- und das Spülgefäss so nebeneinander auf, dass das mit den Blechen belastete Gestell auf kürzestem Wege von dem Beschickungsorte in die Beize, von dieser in das Spülwasser und von da aus schliesslich, behufs Ent- und folgender Beladung, zu dem Beschickungsorte zurückgelangt.

Das Trocknen der Bleche findet zuweilen statt durch Eintauchen in kochendes Wasser, wodurch die Bleche Wärme genug aufnehmen, um nach dem Ausheben derselben das anhaftende Wasser ohne weiteres zur Verdunstung zu bringen. Sonst benutzt man wohl geheizte Kanäle, durch welche die Bleche mittels endloser Ketten bewegt werden. Sollen die gebeizten Bleche längere Zeit aufbewahrt werden, so stellt man sie in ausgekochtes Wasser.

Das Glühen der Bleche findet im Luftbade (I, 196) in Glühkisten statt, die meistens aus Stahl, Schweiss- oder Flusseisen hergestellt werden. Die Kisten werden etwa 6 Stunden lang einer Temperatur von etwa 1000° (beim Fertigglühen etwa 800°) ausgesetzt. Dem folgt langsames Abkühlen. Man bedient sich für das Glühen und langsame Abkühlen wohl solcher Öfen, in welchen (I, 171, 172) die Kästen sich zunächst der Feuerstelle ruckweise nähern, hier angekommen die volle Glühhitze erfahren, dann aber vorwärts schreitend in den Ofenteil gelangen, in welchem die Verbrennungsluft durch die Hitze der Glühkästen erwärmt wird, also letztere durch jene abgekühlt werden. So ergiebt sich ohne weiteres ein stetiger Betrieb.

Das Kaltwalzen erfolgt in 2 bis 4 Stichen zwischen sehr genauen Hartgusswalzen. Dünne Bleche walzt man paarweise, ändert alsdann aber nach jedem Stich deren gegenseitige Lage. Die Bleche erfahren dabei etwa 3% Streckung.

Naturgemäss erledigt sich das Fertigglühen, sowie das diesem folgende Fertigbeizen — welche Arbeiten sonst gerade so wie oben beschrieben durchgeführt werden — rascher als das erste Beizen und Glühen.

Das Verzinnen der Bleche bedingt, wenn dieselben hohen Glanz erhalten sollen, möglichst reines Zinn (etwa 99,9% Zinngehalt). Zu Mattblechen, welche z. B. für Giesskannen, Erdölgefässe u. dgl. benutzt werden, verwendet man Legierungen von Zinn und Blei, in welchen letzteres bis zum Dreifachen des ersteren beträgt. Um die Oberfläche des Bades, in welche die Bleche getaucht werden sollen, vor Oxydation zu schützen, bedeckt man sie mit einer Fettschicht; es soll sich das Palmfett hierzu besonders gut eignen. Da die Legierung von 1 Zinn und 3 Blei erst bei etwa 254° schmilzt (reines Zinn, vergl. I, 161, bei etwa 230°), so wird bei der Erzeugung der Mattbleche die Verdampfung des Fettes lebhafter, so dass man für diese zuweilen die Chlorzink- (Zinkbutter-) decke vorzieht, welche erst bei 150° schmelzen, bei 700° sieden soll.

Die gebräuchlichste Anordnung des **Verzinnherdes** stellt Fig. 81 im Längenschnitt dar. Derselbe enthält 5 gusseiserne Gefässe oder Kessel: den

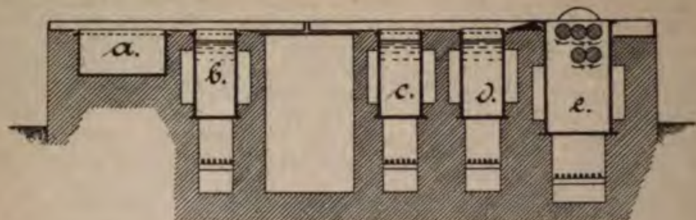


Fig. 81.

Fettkessel *a*, **Grobkessel** *b*, **Bürstkessel** *c*, **Durchführkessel** *d* und **Walzkessel** *e*, welche rechteckige Gestalt haben. Insbesondere entspricht die Weite der Gefässe *a* bis *d* winkelrecht zur Bildfläche der Blechlänge, die Tiefe von *b*, *c* und *d* der Blechbreite, vermehrt um einen gewissen Überschuss. *b*, *c*, *d* und *e* werden je durch ein besonderes Feuer erwärmt, während *a* nur durch das warme Mauerwerk Erwärmung erfährt. Die Böden der geheizten Kessel sind etwa 8 *cm* dick, die Ränder nur etwa 3 *cm*; von ersterem zu letzterem Mass verjüngen sich die Wände allmählich. Nachdem die Feuergase den Boden des betreffenden Gefässes bespült haben, umkreisen sie letzteres noch in einiger Höhe und entweichen hierauf in den Schornstein.

Die nach der Fertigbeize unter Wasser aufbewahrten Bleche werden einzeln schräg in den mit etwa 100° warmem Fett fast ganz gefüllten Kessel *a* schräg liegend eingesetzt, bis derselbe gefüllt ist, wozu bis 200 Bleche gehören. Hier verdampft das an den Blechen haftende Wasser. Nach etwa 10 Minuten nimmt man die Bleche (zu 20 bis 30 Stück) mittels einer grossen zweihändigen Zange aus *a* und setzt sie senkrecht in den mit gewöhnlichem Zinn gefüllten Grobkessel *b*, dessen Zinn-Inhalt 300 bis 400°, ja bis 450° warm und von einer 10 bis 15 *cm* dicken Fettschicht bedeckt ist. Hier bleiben die Bleche etwa 10 Minuten, werden einigemal mit der grossen Zange auseinander geteilt, damit das Zinn sie allseitig berühre und dann packenweise in den Bürstkessel *c* gesetzt. Die Temperatur des in diesem befindlichen Zinns ist etwas niedriger, als diejenige im Kessel *b*; die Fettschicht nur etwa 10 *cm* dick. Nachdem die Bleche hier etwa 10 Minuten — während welcher Zeit sie wiederholt auseinander gelegt wurden — gewesen sind, werden etwa 20 Bleche mit der grossen Zange herausgenommen und neben den Bürstkessel auf das mit Eisenplatten verkleidete Mauerwerk gelegt. Dann erfasst der **Bürster** je ein Blech mit Hilfe einer kleineren Zange und bürstet es auf beiden Seiten mittels einer in Fett getränkten Bürste ab. Nach dem Bürsten werden die Bleche mittels einer Handzange in den Durchführkessel *d* gesenkt (dessen Zinninhalt wenig über dem Schmelzpunkt desselben liegt), aber sofort wieder herausgezogen und in den Walzkessel *e* gebracht. Dieser enthält nur Fett, das wenig über die Schmelztemperatur des Zinns (vielleicht bis 240°) erwärmt ist. In den Kessel *e* ist ein Walzwerk gehängt, welches z. B. 5 Walzen enthält. Diese werden durch die Wellenleitung der Fabrik in der Pfeilrichtung stetig gedreht. Die Walzen werden am besten durch Federn gegeneinander gedrückt, die man nach Bedarf mehr oder weniger stark anspannen kann. Die (in der Figur) links oben belegenen beiden Walzen führen die Blechtafeln, welche in ihrer Längenrichtung aufgesetzt werden, einzeln senkrecht nach unten in das Fettbad; hier werden sie von einem **Korb** aufgefangen, so viel seitwärts bewegt, dass der obere Blechrand mitten unter das rechts belegene Walzenpaar kommt, dann gegen dieses Walzenpaar gehoben, sodass dieses und die höher belegenen Walzen das Blech herausbefördern. Dieses Walzen hat den Zweck, überflüssiges Zinn von dem Blech zu entfernen, insbesondere auch die Bildung der hässlichen Tropfränder

zu verhindern. Das von den Walzen zurückgehaltene Zinn sammelt sich in *e* und wird von dort auf verschiedene Arten, z. B. mittels einer Pumpe entfernt, um einem der früheren Kessel zugeführt zu werden.

Dem beschriebenen Verfahren haften verschiedene Mängel an; man hat indes — abgesehen von Einzelheiten — bisher nichts Besseres an seine Stelle zu setzen vermocht. Insbesondere ist als Mangel zu bezeichnen, dass das Zinn wiederholt und zwar in dünner Schicht dem Einfluss der Atmosphäre preisgegeben wird. Hierbei bildet sich Zinnoxyd, welches in die Bäder gelangt und die Schönheit der Verzinnung schädigt. Es scheint, dass der Gebrauch, nur während des Tages zu verzinnen, teilweise auf den Umstand zurückzuführen ist, dass das Zinn während der Ruhezeit Gelegenheit findet, das aufgenommene Zinnoxyd auszuscheiden.

Dem Verzinnen folgt das Putzen der Bleche, d. h. ihre Säuberung von anhaftendem Fett. Für viele Verwendungszwecke des Weissbleches ist vollständige Freiheit von Fett unbedingtes Erfordernis. Die noch warmen Bleche werden mittels Kleie, wollenen Lappen, Sägespänen, Kalkpulver oder anderen aufsaugenden Stoffen behandelt. Man stösst die von dem Verzinnherde kommenden Bleche einzeln in zwei verschiedenen Richtungen in einen Kasten, der das fettaufnehmende Pulver enthält, dann in den beiden anderen Richtungen in einen zweiten, endlich einen dritten derartigen Kasten. Die Kasten werden derartig umgewechselt, dass der letzte die reinste Kleie (z. B.), der erste die am meisten gebrauchte enthält. Zuletzt legt man die Bleche einzeln auf eine wollene Decke oder ein Schaffell und reibt sie endgültig rein. Man ist bemüht, dieses Hand-Putzen durch Maschinenarbeit zu ersetzen (vergl. S. 391 der Quelle).

Bleche, welche besonders hohen Glanz haben sollen, werden nach dem Putzen durch Kaltwalzen poliert.

Die Dicke der Verzinnung beträgt etwa 0,005 *mm*, oder das Gewicht des auf 1 *qm* Oberfläche lagernden Zinnes (bei 7,29 Einheitsgewicht des letzteren) etwa 36,5 *g*.

Metallmoor. — Das Weissblech, insbesondere das mit reinem Zinn überzogene, zeigt eine sehr auffallende Erscheinung, welche nebst ihrem wissenschaftlichen Interesse auch eine Zeitlang nach ihrer Entdeckung (1814, durch Allard in Paris) grosse praktische Wichtigkeit besass, weil man sie häufig zur Verzierung der Waren aus Weissblech benutzte, was jetzt wenig mehr gebräuchlich ist. Beim Erstarren auf dem Bleche kristallisiert der Zinn-Überzug, aber — weil die Abkühlung nicht rasch geschieht — in Kristallen von ziemlich bedeutendem Umfange. Sind die Weissblech-Tafeln längere Zeit der Luft und den darin befindlichen Ausdünstungen ausgesetzt, so zeigen sich oft grosse, wolkenartige und ziemlich deutliche Flecken, welche weit sichtbarer zum Vorscheine kommen, wenn man die durch Abreiben mit Kreide von Fett gereinigte Zinnfläche mit verdünnter Salzsäure (allenfalls unter Zusatz einer kleinen Menge Salpetersäure) bestreicht. Diese Flecken, welche durch ungleiche Einwirkung der sauren Beize auf die verschiedenen Kristalle entstehen, unterscheiden sich voneinander durch hellere und dunklere Farbe — je nach dem Zurückwerfen der Lichtstrahlen — und schillern mit perlmutterartigem Glanze, bieten übrigens wenig Abwechslung dar. Durch ein eigenes Verfahren ist man im stande, an Stelle dieser grossen einförmigen Flecken kleinere mit den mannigfaltigsten Abwechslungen hervorzubringen. Zu diesem Zwecke muss die Verzinnung des Bleches auf verschiedene Art ganz oder teilweise zum Schmelzen gebracht, und dann nach verschiedenen Verfahren abgekühlt werden. Dabei gilt als Grundsatz, dass die schillernden Flecken desto kleiner ausfallen, je rascher die Abkühlung des geschmolzenen Zinnes bewerkstelligt wird, weil, wie in ähnlichen Fällen, die Bildung grosser Kristalle nur bei langsamer Kristallisation stattfindet. — Bringt man auf der Fläche einer Blechtafel einen kreisförmig begrenzten Teil der Verzinnung zum Schmelzen (durch Erhitzung über der Spitze einer ruhigen Lichtflamme oder durch Berührung mit einem heissen Lötkolben), so erscheint nach dem Erkalten und nach dem Beizen mit Säure der runde Fleck als ein ziemlich regelmässiger Stern. Bringt man durch den Lötkolben oder die Lichtflamme das Zinn in Streifenform zum Schmelzen, so erhält man

eine garben- oder ährenförmig aus Strahlen zusammengesetzte Zeichnung. Man kann auf solche Weise Kränze, Buchstaben u. dgl. hervorbringen. Wird eine Blechtafel über Kohlenfeuer dergestalt erhitzt, dass die ganze Verzinnung schmilzt, dann aber durch Eintauchen in Wasser abgekühlt, so zeigt sie sich nach der Beize ganz mit einem feinen, fast granitähnlichen Korne bedeckt. Bewirkt man aber die Abkühlung durch Aufsprengen oder Aufgiessen von Wasser, so entstehen stromartige Figuren, welche genau die Art nachweisen, wie das herabfliessende Wasser die Verzinnung zum Erstarren gebracht hat. Diese wenigen Beispiele geben einen Begriff von der Möglichkeit, sehr willkürliche, sogar mehr oder weniger regelmässige Figuren zu erzeugen, welche durch Bemalen und Firnissen des Blechcs an Ansehen noch gewinnen. Die mit Säure gebeizten Bleche müssen mit reinem Wasser gespült, mit etwas Ätzkalilauge (um gebildetes Zinnoxyd wegzunehmen) nachgewaschen und endlich wieder in Wasser abgespült werden. — Da der Metallmoor auf der Kristallisation des Zinnes beruht, so zeigt ihn auch gegossenes Zinn, insofern dessen Oberfläche noch nicht durch Abdrehen, Schaben oder Polieren verändert ist. Giesst man geschmolzenes Zinn auf eine Platte aus, so erhält es schillernde Flecken selbst ohne Beize, bloss durch öfters wiederholtes Hin- und Herbiegen. Auch die Zinnfolie, doch nur die spiegelglänzende Art, deren (S. 198) gedacht ist, erhält durch Beizen das betreffende Aussehen.

Verzinnen des Gusseisens. — Die Verzinnung ist auf Gusseisen schwieriger hervorzubringen und weniger haltbar als auf Schmiedeisen. Weisses Gusseisen nimmt das Zinn leichter an, als graues. Gusseiserne Gefässe, welche verzinnt werden sollen, müssen durch Ausdrehen auf der Drehbank oder Schleifen mit Sandstein ganz blank gemacht werden, worauf man sie noch mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure abbeizt, in Wasser spült und wieder abtrocknet. Nun werden sie erhitzt; man giebt die erforderliche Menge geschmolzenen Zinnes nebst gepulvertem Salmiak hinein und reibt beide mit einem Büschel Werg, Baumwolle oder einem Stücke Kork, welches in einer Zange gehalten wird, über die ganze Eisenfläche auseinander. Endlich wird der Überfluss des Zinnes ausgegossen und das Gefäss, die Öffnung nach unten gekehrt, unter Wasser getaucht.

Durch dieses Abkühlungsverfahren wird die Verzinnung verhindert, teilweise wieder abzulaufen, ohne dass jedoch das Wasser mit dem Zinne in Berührung kommt, weil die Luft im Gefässe dem Eindringen des Wassers sich entgegensetzt. Würde der noch frische und flüssige Zinnüberzug vom Wasser getroffen, so ginge das glatte Ansehen desselben verloren und es könnte sogar stellenweise das Eisen ganz von Zinn entblösst werden. Aus diesem Grunde ist die Abkühlung in Wasser nicht anwendbar in dem (freilich seltenen) Falle, wo Gefässe auch äusserlich verzinnt werden müssen. In diesem Falle kann man sich einer Einrichtung bedienen, in welcher die Verzinnung durch einen starken Luftstrom schnell abgekühlt und zum Erstarren gebracht wird.[1]) Auf der Innenseite werden die Gefässe nach der angegebenen Weise verzinnt; um sie auch aussen zu verzinnen, überreibt man sie hier mit Salmiak, taucht sie dann in geschmolzenes heisses Zinn und wendet sie darin herum. Aus dem Zinne kommen sie sogleich in die Abkühlungs-Vorrichtung, wo der Luftstrom durch Öffnen eines Hahnes freigelassen wird. — Das gute Gelingen der Verzinnung ist wesentlich von dem richtigen Hitzegrad abhängig. Macht man die Gefässe zu heiss, so laufen sie gelb oder blau an, und das Zinn haftet nicht; giebt man zu geringe Hitze, so verteilt sich das Zinn nicht gleichmässig. Das Anreiben des Zinnes mittels Salmiak muss sehr schnell geschehen und darf an den bereits

[1]) D. p. J. 1823, Bd. 8. S. 42.

t verzinnten Stellen nicht wiederholt werden, weil sich leicht das noch flüssige nn wieder wegwischt.

Das kostspielige Ausdrehen oder Ausschleifen der Gefässe ist zu ersparen, nn man die Oberfläche entkohlt und darauf nur mit verdünnter Salzsäure izt, endlich mit Sand scheuert. Die Entkohlung (nach welcher das Gusseisen el mehr Neigung zeigt, das Zinn anzunehmen) wird bewirkt, indem man Eisen- mmerschlag, Braunstein, Zinkoxyd (einzeln oder gemengt) mit Wasser zu Brei macht aufträgt, die so vorgerichteten Geschirre in dicht zu verschliessende önerne Kapseln setzt, 4 bis 6 Stunden lang im Flammofen stark rotglüht und ch völligem Erkalten herausnimmt.

Gusseisenwaren, welche nicht hohl sind, werden mit verdünnter Schwefel- ure (1 Teil Vitriolöl, 4 Teile Wasser) blankgebeizt, in reinem Wasser ab- spült, dann in eine Salmiakauflösung (1 Teil Salmiak, 16 Teile Wasser) ge- gt, und endlich in das stark erhitzte Zinn getaucht. Die Verzinnung gelingt el leichter, wenn die Gegenstände voraus, wenigstens oberflächlich, getempert id (S. 32).

Verzinnen des Zinkes. — Zinkbleche werden durch Verzinnung allen Zwecken tauglicher und dauerhafter, weil sie den Einflüssen der ıft u. s. w. weit besser widerstehen. Doch ist, wie bei verzinntem sen und aus gleichem Grunde (S. 401), erforderlich, dass der Zinn- erzug die Oberfläche gänzlich bedecke. Die Platten werden vorläufig verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure (16 *l* Wasser auf 1 *l* Säure) nige Minuten lang abgebeizt, mit Sand und Werg gescheuert, in Wasser espült, endlich abgetrocknet. Beim Verzinnen selbst kann man auf weierlei Weise verfahren.

Nach der ersten Art werden die Bleche in geschmolzenes Talg, welches icht ganz die Temperatur von schmelzendem Zinn besitzt, und hierauf in das inn getaucht. Letzteres befindet sich in einem eisernen Troge und ist 7 *cm* och mit Talg bedeckt. Man zieht das Blech sehr bald wieder heraus (um der efahr des Schmelzens vorzubeugen); steckt es zum zweitenmal eine Minute ang in heissen Talg, dessen Temperatur beinahe jene des schmelzenden Zinnes erreicht; und reibt es endlich nach dem Erkalten mit Werg und Kleie ab. — Nach dem zweiten Verfahren legt man die einmal in Talg getauchte Platte auf einen eisernen Tisch, der von unten durch Kohlenfeuer heiss gehalten wird und ringsum eine Rinne zur Ableitung des überflüssigen Zinnes und Fettes be- sitzt, welche beide auf diesem Wege wieder in den Kessel zurückgelangen. Letzterer ist von Gusseisen und enthält geschmolzenes Zinn unter einer Talg- decke. Man schöpft zuerst mit einem Löffel etwas Talg aus dem Kessel und übergiesst damit die Platte, um sie gehörig zu erhitzen; dann wird gepulvertes Kolophonium aufgestreut, aus dem Kessel Talg und Zinn zugleich aufgegossen und letzteres mit einem Wergbüschel ausgebreitet. Ist die Verzinnung der einen Seite beendigt, so kehrt man die Platte um und behandelt die zweite Seite auf gleiche Weise. Zuletzt wird, um den Zinnüberzug beider Flächen zu glätten, die Platte mittels zweier Zangen zwischen zwei Bürsten von Werg durchgezogen, von welchen die untere auf einem Brette befestigt ist, die obere hingegen von einem Arbeiter niedergedrückt wird. Die fertigen und noch warmen Platten werden durch Abreiben mit Kleie von Fett befreit.

Verzinnen des Bleies. — Platten u. dgl. aus Blei werden ver- zinnt, indem man sie zum Schmelzpunkte des Zinnes erwärmt, dann zer- stossenes Kolophonium aufstreut, geschmolzenes Zinn aufgiesst und letztere beide mittels Werg ausbreitet und einreibt. Das überflüssige Zinn wird wird zuletzt abgewischt.

Auf gleichem Verfahren beruht das Verzinnen bleierner Röhren. Solch Röhren können übrigens auch verzinnt werden, indem man sie erhitzt, [illegible]

Kolophonium bestreut, durch Einblasen auch innerhalb mit Kolophonium versieht und endlich durch geschmolzenes Zinn zieht, welches sich in einem länglichen Kessel unter einer Fettdecke befindet.

2) Verzinnen auf nassem Wege. Mittels desselben wird auf kupfernen und messingenen Waren (besonders Stecknadeln, Ringen, Kettchen, Uhrschlüsseln, Deckeln und Beschlägen von Tabakpfeifen, Drahtsieben u. s. w.) eine Versilberung nachgeahmt. Die gewöhnlichste Verfahrungsart ist das sogenannte Weisssieden und besteht in folgendem: Die Gegenstände, welche man weisssieden will, werden mit Weinstein-Auflösung oder verdünnter Schwefelsäure blankgebeizt; dann bringt man sie nebst so viel Wasser, dass sie davon reichlich bedeckt werden, in einen messingenen oder verzinnten kupfernen Kessel, setzt auf 80 Teile Wasser 1 Teil gereinigten Weinstein und 3 Teile fein gekörntes (S. 402) Zinn zu und lässt das Ganze $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden, überhaupt so lange kochen, bis die Ware schön weiss erscheint. Zum Herausnehmen derselben, sowie zum Umrühren während des Kochens bedient man sich eines messingenen Seihelöffels, dessen Löcher gross genug sind, um die Zinnkörner durchzulassen. Man wirft die weissgesottenen Gegenstände in reines Wasser, spült sie darin gut ab und trocknet sie durch Schütteln mit Sägespänen in einem Sacke, wonach man die Sägespäne mittels eines Siebes wieder beseitigt.

Ein etwas kostspieligeres aber durch schnelle Wirkung ausgezeichnetes Verfahren besteht darin, dass man Zinnasche durch Kochen in Ätzkalilauge auflöst, geraspeltes Zinn nebst den weisszusiedenden kupfernen oder messingenen Gegenständen in die Auflösung legt und noch einige Minuten lang das Kochen fortsetzt. Es wird auch das Sieden in einer Lösung von 3 Teilen weissem Weinstein und 1 Teil Zinnsalz empfohlen.[1]) Hierbei werden die Gegenstände mit geraspelten Zinkspänen bestreut und dann die erwärmte Zinnlösung hinzugeschüttet. Die Zinnsalzlösung darf nicht zu stark sein, weshalb man zweckmässig die starke Zinnsalz- und Weinsteinmischung nach und nach hinzufügt, sodass eine langsame Ablagerung des Zinnüberzuges stattfindet. Nach vollzogener Verzinnung lässt man die Gegenstände noch etwa 1 Stunde in der Flüssigkeit, spült sie dann in Wasser ab und trocknet sie.

Für die Ausübung im grossen kann man das Verfahren des Weisssiedens dahin abändern, dass man die messingenen Waren mit gekörntem Zinn, Weinstein, Zinnsalz und heissem Wasser in eine Tonne füllt, die gänzlich geschlossen und die erforderliche Zeit lang ununterbrochen langsam um ihre Achse gedreht wird.

Eiserne oder stählerne Gegenstände (als: Stecknadeln, Stifte, Holzschrauben u. s. w.) bedürfen, damit das Zinn auf ihnen hafte, einer vorausgehenden Verkupferung.

Man beginnt mit Reinigung der Ware, indem man 12 bis 15 *kg* derselben in eine um ihre wagerechte Achse drehbare Tonne giebt, welche etwa 100 *kg* Wasser fassen könnte, aber nur mit 15 *kg* heissen Wassers beschickt wird, worin man 125 *g* Seife aufgelöst hat. Nachdem die Tonne verschlossen ist, dreht man sie eine Viertelstunde lang; dann wird die Ware herausgeschafft und in einer andern kreisenden Tonne mit trockenen Holzsägespänen etwa 10 Minuten lang abgetrocknet. Die Verkupferungs-Flüssigkeit wird bereitet, indem man 19 *kg* Fluss- oder Regenwasser, 900 *g* Schwefelsäure, 40 *g* Zinnsalz, 50 *g* Zink-

[1]) D. p. J. 1873, **208**, 48.

und 18 *g* Kupfervitriol vermischt. Das Ganze wird nebst 17 *kg* Na-
ı. s. w. in eine Tonne gegeben, die man eine halbe Stunde lang drehen
Nach Verlauf dieser Zeit setzt man ferner 40 *g* Kupfervitriol und 25 *g*
itriol zu, und fährt mit dem Drehen noch eine Viertelstunde fort. Die
en Gegenstände erscheinen hiernach nicht nur vollständig mit Kupfer
gen, sondern zugleich poliert; sie werden nun zweimal mit reinem Wasser
chen, einmal mit heissem Seifenwasser behandelt, in Sägespänen ab-
knet und auf oben beschriebene Weise verzinnt (weissgesotten).

Grössere Gegenstände aus Guss- oder Schmiedeisen, Kupfer, Messing u. s. w.
n nach folgenden Verfahren verzinnt werden: a. Man bereitet Zinnchlorid,
man Chlorgas durch eine Zinnsalzauflösung leitet; verdünnt diese Flüssig-
tark mit destilliertem Wasser und bringt sie in ein hölzernes Gefäss; legt
u verzinnende Stück hinein und hängt zugleich in die Flüssigkeit ein
s Stück Zink freischwebend ein, sodass es den Gegenstand nicht berührt.
ink muss man von Zeit zu Zeit abspülen, ebenso das verzinnte Arbeitstück,
es an Stellen, wo es etwa das Zinn nicht annimmt, nachträglich abzuputzen
ind Gefässe nur auf der Innenseite zu verzinnen, so füllt man diese selbst
er Zinnauflösung gänzlich an, und hängt das Zink hinein. — b. Eine Auf-
von 15 Teilen Weinstein in 3200 Teilen Wasser wird durch 2 Teile
nmkreide neutralisiert und mit der Lösung von 7 Teilen Zinnsalz in
eilen Wasser vermischt, worauf man einige Minuten kochen lässt. Das
ch wird sodann in einem Holzgefässe mittels hineingeleiteten Wasser-
fes auf 70° C. erhitzt und die mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizte
nebst etwa 64 Teilen Zink in Stücken hineingebracht; nach 8 Stunden
wöhnlich die Verzinnung stark genug. — c. 4 Teile Zinnsalz (Zinnchlorür),
l Salmiak, 4 Teile Kochsalz zusammen in einer Mischung aus 8 Teilen
tersäure und 16 Teilen Salzsäure aufgelöst, die Lösung nach Bedarf mit
er verdünnt, die zu verzinnenden (rein gebeizten und gescheuerten) Gegen-
e eingetaucht und so lange als nötig in der Flüssigkeit gelassen. Die Wir-
wird beschleunigt, wenn man die Stücke innerhalb des Bades mit einem
rahte in Berührung setzt.

Verzinnte gusseiserne Gefässe stellt Boucher in Paris dar, indem er den
mit verdünnter Schwefelsäure abbeizt, mit Heu oder dgl. nass abreibt und
auf einer Drehbank mit 1200 minutlichen Spindelumläufen mittels eines
es Sandstein unter einem stetigen Wasserstrahle abschleift, verzinnt, end-
mit einer messingenen Kratzbürste glättet. Die Verzinnungsflüssigkeit ist
Auflösung von Zinnsalz in Kalilauge, mit pyrophosphorsaurem Natron und
viel Wasser versetzt. Um sie zu gebrauchen, bringt man nebst den guss-
ıen Gegenständen einige Zinkstücke hinein.

Zinksachen auf nassem Wege dünn zu verzinnen, gelingt sehr gut auf fol-
e Weise: Man erhitzt ein Gemisch von 2 Teilen gereinigtem Weinstein,
l Zinnchlorid (nicht gewöhnlichem Zinnsalz, welches Zinnchlorür ist) und
5 Teilen Wasser auf ungefähr 75° C., vermengt nach erfolgter Auflösung
Veinsteines die Flüssigkeit mit so viel feinem Sande, dass sie einen flüssigen
bildet, und reibt hiermit mittels eines Schwammes (an vertieften Stellen
ls einer Bürste) das vorläufig blankgemachte Zink. — Auf galvanischem
e lässt sich eine Verzinnung von Zink, Gusseisen u. s. w. herstellen, wenn
sich dazu einer Batterie (wie bei der galvanischen Verkupferung, s. w. u.)
einer mit Ätzkali im Überschuss versetzten wässerigen Auflösung des Zinn-
ides bedient.

B. Das Verzinken.

Da das Zink der Oxydation und dem Einflusse auflösender Mittel
g widersteht, überdies keine eigentlich schöne Farbe besitzt, so hat
Verzinken von Metallwaren — etwa als Ersatz des Verzinnens —
llgemeinen geringen technischen Wert. Auf Eisen angewendet, wird
ber als Schutzmittel gegen den Rost nützlich und bei groben, der

Witterung oder dem Wasser ausgesetzten Gegenständen sogar sehr wichtig, nicht nur, weil das Zink wohlfeiler ist als das Zinn, sondern auch durch das eigentümliche elektrische Verhalten des Zinkes gegen Eisen, vermöge dessen ersteres die Rostbildung auf letzterem selbst dann noch verhindert, wenn Teile der Eisenoberfläche entblösst sind.

Verzinntes Eisen ist vor dem Rosten nur insofern geschützt, als es von dem Zinn bedeckt wird; und alle Stellen, wo das Zinn entweder schon ursprünglich fehlt, oder bei nachheriger Bearbeitung (wie an Schnittkanten u. s. w.) weggenommen wurde, oder infolge der Abnutzung verschwunden ist, rosten nicht nur ungestört, sondern sogar noch schneller als gänzlich unverzinntes Eisen, weil bei der Berührung von Eisen mit Zinn beide Metalle zusammen eine galvanische Kette bilden, worin das erstere positiv, das letztere negativ elektrisch ist, demnach bei Einwirkung der Feuchtigkeit das Wasser zerlegt wird, dessen Sauerstoff bekanntlich an das positiv elektrische Metall tritt und dasselbe oxydiert. Entgegengesetzt ist der Vorgang bei verzinktem Eisen. Hier bilden zwar die zwei Metalle auch eine galvanische Kette, aber darin nimmt das Eisen die negative und das Zink die positive Stelle ein; der Sauerstoff des zerlegten Wassers wirft sich also auf das Zink, oxydiert dasselbe allmählich, lässt aber das Eisen unangegriffen und rostfrei. Zu dieser Wirkung ist durchaus nicht nötig, dass das Zink die Oberfläche des Eisens vollständig bekleide; denn der elektrische Zustand verbreitet sich, auf einer Stelle erregt, in hinlänglicher Stärke über die Grenzen der Zinkbekleidung hinaus. Nach Versuchen scheint es, als ob bei Gegenständen, welche der Witterung in der Luft ausgesetzt sind, die schützende Kraft sich ungefähr auf einen Abstand von 4 bis 6 *mm* erstreckt, und folglich die von Zink entblössten Stellen höchstens 12 *mm* breit sein dürfen, um rostfrei zu bleiben. Dies genügt schon für viele Anwendungen, und man macht daher von verzinktem Eisenwerk vielfältig Gebrauch (Blech zu Dachdeckungen, Röhren, Dachrinnen, Bandeisen, Draht zu elektrischen Telegraphen, Drahtgitter, Ketten, Nägel u. s. w.). Verweilen aber die Gegenstände stetig unter Wasser (reinem oder salzigem), so können grössere Oberflächenteile ohne Zinkbekleidung sein, und zum Schutze gegen Rost genügt es in diesem Falle sogar, wenn nur hin und wieder Zinkstücke angelötet oder angeschraubt sind.

Das als wesentlicher Umstand auftretende galvanisch-elektrische Verhältnis zwischen dem Eisen und dem Zink hat den Grund abgegeben, das Verzinken des Eisenwerkes Galvanisieren und das verzinkte Eisen auch galvanisiertes Eisen zu nennen.

Das Verzinken wird im allgemeinen auf ganz ähnliche Weise vollführt, wie das Verzinnen mit geschmolzenem Zinn. Die erste Arbeit ist das Blankbeizen der eisernen Gegenstände mittels verdünnter Schwefelsäure (welcher man vorteilhaft etwas Teer zusetzt), oder eines Gemisches von 43 Gewichtsteilen Wasser und 5 Gewichtsteilen Vitriolöl, worin 2 Teile Zinnsalz und 2 Teile Kupfervitriol aufgelöst sind. Dabei schabt man, wo es nötig ist, die Oberfläche mittels eines Kratzeisens ab. Die so von Rost befreiten Stücke werden in reinem Wasser gespült, mit Sand und einem Stücke Kork gescheuert, mit einer Bürste abgeputzt und bis zur weiteren Bearbeitung unter reinem oder mit etwas gelöschtem Kalk angerührtem Wasser aufbewahrt. Kleine Gegenstände, bei welchen das Scheuern zu weitläufig wäre, lässt man länger in Sauerwasser liegen, und spült sie nur ab. Das Zink wird in einem gusseisernen mit Thon ausgefütterten Gefässe geschmolzen, abgeschäumt, zur Verhinderung der Oxydation mit gepulvertem Salmiak bedeckt. Die nach obiger Angabe gereinigten Eisenstücke taucht man in eine Salmiakauflösung oder in ein

Gemisch von gleichviel Salzsäure und Wasser (worin Zink oder Salmiak aufgelöst sein kann); dann werden sie schnell in einem geheizten Raume getrocknet, — wonach sie mit einem weisslichen Salzbeschlage überzogen erscheinen, — sogleich noch heiss in das bedeutend über den Schmelzpunkt erhitzte Zinkbad eingesenkt, darin herumbewegt, langsam herausgezogen, in Wasser gelegt, mit einer Bürste abgerieben, endlich in Kleie oder Sägespänen behende abgetrocknet. Die Verzinkung bekommt ein reineres Ansehen, wenn man die Gegenstände vor dem Spülen rasch durch sehr verdünnte Schwefelsäure zieht.

Nägel und ähnliche kleine Waren, die man nicht stückweise behandeln kann, muss man im Haufen in das geschmolzene Zink werfen, nach etwa einer Minute mittels eines eisernen Schaumlöffels herausholen und — da sie durch überflüssiges Zink zusammenhängende Klumpen bilden — in einem Flammofen, mit Holzkohlenstaub bedeckt, unter Umrühren eine Viertelstunde lang glühen, bis der Überfluss von Zink abgeschmolzen ist; dann zieht man sie nach dem Vorderteile des Herdes und setzt das Rühren bis zum Erstarren des Zinküberzuges fort. — Grobe Gegenstände von Gusseisen bedürfen keines vorgängigen Abbeizens oder Reinigens, wenn man sie 1 bis 3 Stunden lang in geschmolzenem Zink liegen lässt.

Das Verzinken grosser Gegenstände erfordert zum Schmelzen des Zinkes einen langen trogartigen Kessel, welcher oft bis zu 25 000 *kg* dieses Metalles fasst. Draht legt man ringweise in das Zinkbad; besser aber wird er ausgestreckt mit angemessener Geschwindigkeit durch dasselbe geführt, wobei man ihn an der Austrittsseite durch ein Zieheisen schlüpfen lässt, welches den Zinküberfluss abstreift.[1]) Grosse Blechtafeln lässt man wohl, statt sie einfach einzutauchen, zwischen eisernen im geschmolzenen Zink befindlichen Walzen hindurchgehen.[2]) — Gewöhnliche Verzinkungen auf Blech und Draht enthalten 45 bis 300 *g* Zink auf 1 *qm* Fläche, wonach die Dicke der Zinklage zu 0,006 bis 0,043 *mm* angenommen werden kann; auf kleineren Gegenständen mit nicht so glatten Oberflächen steigt die Menge des Zinkes höher.

Man kann das verzinkte Eisen nachträglich verzinnen, um eine grössere Haltbarkeit seines Überzuges unter den Einflüssen der Witterung u. s. w. zu erzielen. Eine Verzinkung, welche beim Biegen der Gegenstände nicht leicht Brüche bekommt, wird dadurch erhalten, dass man statt reinen Zinkes eine Legierung aus gleichviel Zink und Zinn, oder von 10 Zink, 7 Zinn, 3 Blei anwendet. — Merkwürdig ist die Beobachtung, dass das (mit reinem Zink) verzinkte Eisen ohne Schwierigkeit geschweisst und geschmiedet werden kann, sodass die Umarbeitung der Abfälle oder des alten verzinkten Eisens kein Hindernis findet.

Verzinken auf nassem Wege ist nach verschiedenen Verfahren ausführbar, aber im allgemeinen von keiner technischen Bedeutung. Kleine Waren von Messing oder Kupfer bekommen z. B. einen blanken, festhaltenden Zinküberzug, wenn man sie mit gekörntem Zink zusammen in einer Auflösung des salzsauren Zinkoxydes (S. 359) einige Minuten lang kocht; oder wenn man gekörntes Zink in einem (nicht metallenen) Gefässe mit gesättigter Salmiakauflösung übergiesst, zum Kochen erhitzt, die mit Salzsäure abgebeizten Gegenstände hineinwirft und das Sieden noch eine kleine Weile dauern lässt. Das Körnen des Zinkes geschieht, indem man es geschmolzen in einen erwärmten eisernen Mörser giesst und darin mit der eisernen Keule bis zum Erstarren tüchtig bearbeitet. — Verzinken des Eisens auf galvanischem Wege (nach Art der galvanischen Verkupferung ausgeführt) giebt die beste Grundlage für nachfolgende Verzinkung mittels geschmolzenen Zinkes (S. 412), weil letzteres darauf besonders fest haftet. Einen für diesen Zweck geeigneten dünnen Zinküberzug

[1]) D. p. J. 1857, **144**, 118 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1853, **129**, 355 m. Abb.

erhält man auch ohne galvanische Einrichtung auf folgende Weise: Man vermischt eine gesättigte Auflösung von Zink in käuflicher Salzsäure mit einer kleinen Menge fein zerstossenem Salmiak, giebt dieselbe in einen Zinkblech-Kasten und legt die durch Abbeizen und Scheuern vorbereiteten Eisensachen hinein. Nach $1^1/_2$ bis 2 Minuten steigen in der Flüssigkeit kleine Gasbläschen auf, welche sich auf der Oberfläche als feiner Schaum sammeln, und das Eisen ist nun sehr dünn überzinkt. Man nimmt es heraus, lässt es abtropfen, auf einem von unten erwärmten Bleche schnell trocken werden, und taucht es ohne weiteres in das geschmolzene Zink. Die Behandlung grosser Bleche kann in einem hölzernen Gefässe geschehen, wenn man zwischen die aufeinander geschichteten Tafeln gekörntes Zink einstreut.

C. Das Verbleien.

Ein Bleiüberzug kann für manche eiserne Gegenstände von Nutzen sein. Das Verbleien geschieht auf dieselbe Weise wie das Verzinnen, nämlich durch Erhitzen des gehörig gereinigten Eisens, Aufbringen und Verreiben des geschmolzenen Bleies unter Mitanwendung von Salmiak (besser: salzsaurem Zink, S. 359, 362); oder durch Eintauchen in das flüssige Blei, welches zum Ausschlusse der Luft am besten mit einer Schicht Chlorzink bedeckt gehalten wird, da Talg und Kolophonium hier (wegen der grösseren Hitze des Metalles) nicht so gut anwendbar sind, wie beim Verzinnen.

Man überzieht Eisenblech und Eisendraht auch mit Hartblei (S. 57) oder mit einer Legierung aus 3 Teilen Blei und 1 Teil Zinn. Blech mit letztgenannter Verbleiung lässt sich leichter mittels Zinnlot löten, als mit reinem Blei überzogenes. Noch besser ist eine Zusammensetzung aus 15 Blei, 3 Zinn, 1 Kupfer, 1 Antimon. Das damit zu überziehende Eisenwerk wird in Salzsäure von 18° B. (1,138 Einheitsgewicht), in welche man Zinkstücke gelegt hat, abgebeizt und nach dem Herausziehen sogleich (noch nass, aber langsam, um gefährliches Aufsprudeln zu vermeiden) in die heiss geschmolzene Metallmischung untergetaucht. — Es wird behauptet, durch Verbleien werde das Eisenblech geschmeidiger, durch Verzinken verliere es an Geschmeidigkeit; sodass z. B. ein Blech, welches roh sich schlecht falzen lässt, nach dem Verbleien gut gefalzt werden könne, während ein im rohen Zustande gut zu falzendes nach dem Verzinken leicht beim Falzen Brüche bekäme.

Die auf nassem Wege mittels Auflösung von Bleiglätte in Ätzkalilauge und einer galvanischen Batterie darzustellende dünne Verbleiung (galvanische Verbleiung) ist ohne technische Bedeutung.

D. Das Verkupfern.

Man kann auf trockenem und auf nassem Wege verkupfern; in der Regel geschieht nur das letztere.

1) Verkupfern auf trockenem Wege ist rücksichtlich des Eisens mehrmals versucht, wenngleich — soviel bekannt — nicht zu allgemeinerer Anwendung gebracht worden.

Eine blanke Eisenfläche ist, wenn sie bis zum Anfange des Weissglühens erhitzt wird, geneigt, sich mit schmelzendem Kupfer, in welches man sie taucht oder welches man darauf giesst, zu verbinden, vorausgesetzt, dass während der ganzen Dauer der Arbeit die sauerstoffhaltige Luft so vollkommen wie möglich abgehalten, mithin die Oxydation der beiden Metalle verhindert wird. Schmiedeiserne Platten, welche auf diese Weise verkupfert sind, lassen sich beliebig dünn auswalzen und sowohl glühend als kalt mittels des Hammers verarbeiten, ohne dass der Überzug sich ablöst oder beschädigt wird.

Man hat durch den Bau des Ofens, worin das Eisen erhitzt und das Kupfer geschmolzen wird, den Einfluss der Luft zu beseitigen gestrebt, indem man es dahin brachte, dass auf keinem anderen Wege Luft zu den Metallen gelangen

konnte, als durch das Feuer (Steinkohlen oder Koke), woselbst die eintretende Luft durch die Verbrennung ihres Sauerstoffes beraubt wird. Nachdem in zwei besonderen aber aneinander stossenden Abteilungen des Ofens das Eisen weissglühend geworden und das Kupfer geschmolzen ist, wird ersteres, mittels Zangen oder anderer geeigneter Werkzeuge angefasst, in dem Ofen selbst in das Kupfer eingetaucht, worin man es nach Erfordernis einige Minuten bis zu einer Viertelstunde lässt. — Soll der Kupfer-Überzug bloss einseitig sein, so begiesst man das glühende Eisen mit dem geschmolzenen Kupfer, oder legt zwei Eisenplatten fest aufeinander, verkupfert sie durch Eintauchen und trennt sie zuletzt wieder. Zu demselben Zwecke kann man gekörntes Kupfer mit Borax auf einer Eisenplatte ausbreiten und dann schmelzen lassen; oder in einer seichten vierkantigen Gusseisen-Pfanne, die inwendig mit Thon bestrichen ist, auf den Boden eine Kupferplatte und auf diese eine blankgefeilte mit Borax-Auflösung bestrichene Eisenplatte legen, letztere mit Gewichten beschweren, und das Ganze in einem Ofen bis zum Schmelzen des Kupfers erhitzen. Wenn durch eine einfache Vorrichtung in der Pfanne dem Eisen nicht gestattet wird, zu tief niederzusinken, so findet man es nach dem Erkalten auf der unteren Fläche mit dem fest anhängenden Kupfer bekleidet.

Es ist auch empfohlen[1]) — sowohl für Schmiedeisen, als auch für Gusseisen — das Kupfer (oder Messing, oder Bronze) in einem geeignet gestalteten Tiegel unter einer Decke von gepulvertem Kryolith (Natrium-Aluminiumfluorid) und Phosphorsäure zu schmelzen und das vorher entsprechend erwärmte Eisenstück einzutauchen. Soll die Kupferschicht nur dünn sein, sodass die ursprüngliche Gestalt des zu verkupfernden Gegenstandes nur wenig geändert wird, so soll man in einem Graphittiegel 1 Teil Kupferchlorür oder Kupferfluorür mit 5 bis 6 Teilen Kryolith und, zur Erhöhung der Schmelzbarkeit, mit einer gewissen Menge Chlorbarium zusammenschmelzen. In das gut geschmolzene [illegible] menge sind die vorher blankgebeizten Gegenstände einzutauchen; die [illegible] der entstehenden Kupfer-Schicht richtet sich nach der Dauer des Eint[illegible] und der Stärke des Bades.

Eisenbleche, welche vorläufig verzinkt sind, nehmen beim [illegible] geschmolzenes (zum Luftausschluss mit Kohle bedecktes) Kupfer [illegible] einen Kupferüberzug an. Verkupferte Eisenplatten sind zu Dampf[illegible] Dachdecken, zum Beschlagen der Schiffe u. s. w. empfohlen word[illegible]

2) Verkupfern auf nassem Wege. — Eisen od[illegible] zieht sich bekanntlich, bei blanker Oberfläche in eine [illegible] (z. B. Kupfervitriol) getaucht oder damit bestrichen, [illegible] haut, welche anfangs äusserst dünn ist und ziemlich [illegible] hin zwar an Dicke bedeutend zunimmt, dann aber [illegible] rührung in rindenförmigen Stücken ablöst. Das [illegible] massen starken und zugleich haltbaren Kupferü[illegible] ohne besondere Kunstgriffe.

Folgende Verfahrungsarten führen zum Ziele: [illegible] Kupfervitriol-Auflösung mit etwa dem halben [illegible] (wodurch sich ein Teil des gelösten Kupfervitriol[illegible] niederschlägt); in diese Flüssigkeit taucht man [illegible] zieht sie sogleich wieder heraus, spült sie einig[illegible] trocknet sie durch Reiben mit geschlämmter [illegible] b. Das blankgebeizte Eisen wird in ein [illegible] Schwefelsäure, 3 Teilen Kupfervitriol, 6 Te[illegible] getaucht, mit kochendem Wasser gespült, [illegible] net. — c. Man versetzt eine Auflösung [illegible] Gewichte destillierten Wassers mit so [illegible] keit farblos wird, fügt einige Tropfen [illegible] Kratzbürste (S. 395) hinein und reibt [illegible]

[1]) D. p. J. 1873, 208, 50.

blanken reinen Eisenstücke, spült dieselben mit Wasser ab und bearbeitet sie schliesslich unter reinem Wasser mittels einer anderen messingenen Kratzbürste. — d. Man löst 25 *g* Kupferoxyd in 170 *g* starker Salzsäure, setzt 250 *g* Wasser und 420 *g* Weingeist hinzu, und legt in dieses Gemisch das sorgfältig mittels Salzsäure gereinigte Eisen. Auch Gusseisen verkupfert sich so sehr gut. — e. Man verdünnt 1 Raumteil rauchende Salzsäure mit 3 Raumteilen Wasser, giebt dazu einige Tropfen einer Kupfervitriol-Auflösung, legt das zuvor mit Weinstein und Wasser abgeriebene und mittels Holzkohlenpulver glänzend gemachte Eisen hinein, nimmt es nach einigen Sekunden heraus und reibt es mit einem Lappen. Hierauf setzt man der Salzsäure etwas mehr Kupfervitriol-Auflösung zu, und legt das Eisen von neuem in dieselbe. Durch so wiederholtes Einlegen, unter jedesmaligem Zusatz von Kupfervitriol-Auflösung, lässt sich die Kupferschicht willkürlich verstärken. Zuletzt legt man das überkupferte Eisen in eine starke Sodaauflösung, trocknet es ab und putzt es mit Kreide blank.

Das Verkupfern des Eisens und Stahles ist eine Vorbereitungsarbeit, um einen Grund für Vergoldung oder für Verzinnung durch Ansieden zu bilden; in letzterer Beziehung vergl. S. 410. — Über verkupferten Eisendraht s. S. 242.

Zum Verkupfern von Zinkgegenständen kann man eine gute Flüssigkeit auf folgende Weise bereiten: Man erhitzt ein Gemisch von 12 Teilen gepulverten Weinsteinkristallen, 1 Teil kohlensaurem Kupferoxyd (s. unten bei der galvanischen Verkupferung) und 24 Teilen Wasser auf 75° C., bis das Aufbrausen beendigt ist; fügt dann gepulverte Schlämmkreide in kleinen Posten so lange hinzu, als noch ein Brausen erfolgt; filtert und wäscht den Niederschlag mit nicht mehr als 48 Teilen Wasser aus; fügt die Waschwässer der anfangs durchgelaufenen Flüssigkeit bei und gebraucht letztere in diesem verdünnten Zustande zum Einlegen der Zinkgegenstände, welche darin binnen einigen Minuten eine schöne Verkupferung annehmen. Das Zink muss vorläufig sehr blank abgebeizt sein, was dadurch erreicht wird, dass man es einige Sekunden lang in ein Gemisch von 2 Teilen starker Salpetersäure, 1 Teil desgl. Schwefelsäure und 3 Teilen Wasser taucht, sogleich in viel reinem Wasser spült und schnell abtrocknet.

Messing, welches rein und blank gearbeitet oder abgebeizt ist, kann man dünn überkupfern, indem man es unter Luftzutritt (aber vor Rauch und Russ des Feuers geschützt) schwach glüht, bis es schwärzlichbraun oxydiert ist, noch heiss in Chlorzinklösung ablöscht und ein wenig darin kocht (wobei ein nicht metallenes Gefäss erfordert wird), flüchtig in Wasser spült und durch Erhitzen trocknet, nach dem Erkalten in kupferhaltiger Chlorzinkauflösung wieder kocht und dabei auf der Rückseite mit einem Zinkstäbchen berührt, welches darauf herumgeführt wird, endlich in warmem Wasser gut spült, abbürstet und mit Leinwand oder Sägespänen abtrocknet. Die erwähnte kupferhaltige Chlorzinklösung wird dargestellt, indem man die Chlorzinklösung mit geglühtem Kupferbleche kochen lässt.

Über das galvanische Verkupfern wurde bereits S. 171 eine vorläufige Andeutung gemacht. Man kann auf diesem Wege Schmiedeisen, Gusseisen, Stahl, Zinn, Blei, Schriftgiessermetall (z. B. die Köpfe der Buchdrucker-Typen oder die Stereotyp-Platten) u. s. w. leicht, schnell und dauerhaft mit einem dünnen Kupferüberzuge versehen, welcher sie vor Oxydation schützt und ihnen das Ansehen verleiht, als beständen sie ausschliesslich aus Kupfer. Eisen wird indessen hierbei nicht selten zerfressen, so dass sich auf dem Gegenstande entweder schon während der Behandlung oder nachher Eisenoxyd unter der Kupferdecke bildet. Um dies zu verhindern, kann man die Eisenstücke vor dem Verkupfern entweder verbleien (S. 414) oder durch Einsatzhärtung (S. 35) oberflächlich in harten Stahl verwandeln. Gusseisen im besonderen (wegen seiner Porigkeit) rostet nach der Verkupferung sehr leicht, wenn der Kupferüberzug nicht sehr dick gemacht wird.

Man hat daher vorteilhaft gefunden, die Stücke ohne sie abzubeizen (wie sie vom Gusse kommen) durch Eintauchen mit einem sehr flüssigen aber schnell trocknenden Firnisse zu überziehen, auf diesen Graphitpulver aufzutragen (welches die Oberfläche zum Elektricitätsleiter macht), und endlich die Verkupferung vorzunehmen.

Ein gutes Verfahren des galvanischen Verkupferns ist folgendes: Man kocht in einer Porzellanschale oder einem emaillierten gusseisernen Kessel eine beliebige Menge weissen Weinstein mit seinem zehnfachen Gewichte Regenwasser und setzt der Flüssigkeit so viel frisch bereitetes, mit kaltem Wasser ausgewaschenes, kohlensaures Kupferoxydhydrat (blauer Niederschlag beim Vermischen der Auflösungen von Kupfervitriol und gereinigter Pottasche) zu, bis ein Teil des letzteren unaufgelöst liegen bleibt. Die gewonnene dunkelblaue Flüssigkeit wird durch einen geringen Zusatz von gereinigter Pottasche alkalisch gemacht und mit Wasser stark verdünnt in eine gusseiserne emaillierte Schale gegeben, in welcher der vorläufig gut gereinigte Gegenstand, welchen man verkupfern will, ganz davon bedeckt werden muss. Sodann führt man die kupfernen Leitungsdrähte von den Polen einer konstant wirkenden galvanischen Batterie in die Flüssigkeit ein. An dem Ende des positiven oder Zinkpol-Drahtes wird ein dünn ausgewalztes Stück Kupferblech befestigt, welches zum Teil in die Flüssigkeit eintaucht; mit dem negativen oder Kupferpol-Drahte setzt man den zu verkupfernden Gegenstand von beliebigem Metall in die innigste Berührung. — Als Verkupferungsflüssigkeit ist unter Anwendung der Batterie auch sehr gut eine verdünnte Auflösung von Cyankupfer in Cyankalium zu gebrauchen.

Man hat mitunter sehr dicke (1 bis 2 *mm* starke) galvanische Verkupferung auf Eisen angebracht und auf diese Weise z. B. Platten, Nägel, Schraubenbolzen u. s. w. zubereitet.

E. Das Überziehen mit Eisen.

Eine Überkleidung der Metalle mit Eisen kann im allgemeinen von keinem Nutzen sein, da das Eisen, den oxydierenden Einflüssen gegenüber, viel mehr ein schutzbedürfendes als ein schützendes Metall ist.

Einen auf galvanischem Wege hervorgebrachten Eisenüberzug auf Kupfer hat man indessen nicht ohne Erfolg benutzt, um gestochene Kupferplatten für den Druck dauerhafter zu machen, indem sie dann wegen der Härte und langsamen Abnutzung des Eisens eine viel grössere Anzahl Abdrücke aushalten. Das Verfahren bei diesem uneigentlich sogenannten Verstählen ist dem der galvanischen Verkupferung gleich; aber es dient dazu eine Flüssigkeit, welche bereitet wird, indem man 2 Teile Eisenvitriol und 1 Teil Salmiak in 8 Teilen Wasser löst, die Auflösung nebst blanken Eisenstückchen in eine Flasche giebt und wohl verstopft zum Gebrauche aufbewahrt. — Der Eisenüberzug ist fast silberweiss und spiegelglänzend.

F. Das Überziehen mit Messing.

Auf gleiche Weise, wie Eisen mit geschmolzenem Kupfer bedeckt werden kann (S. 414), gelingt auch dessen Überkleidung mit Messing, was man Vermessingen nennen könnte; nur ist in diesem Falle Rotglühhitze schon hinlänglich, da der Schmelzpunkt des Messings niedriger liegt, als der des Kupfers. Das Verfahren hat zur Zeit keine regelmässige Anwendung gefunden.

Gebraucht man Geräte und Verfahren, welche zur galvanischen Verkupferung (s. vorstehend) dienen, jedoch an Stelle der kupferhaltigen Flüssigkeit eine Auflösung solcher Art, dass daraus durch den elektrischen Strom Kupfer und Zink gleichzeitig niedergeschlagen werden: so bekleidet sich der behandelte Metallkörper mit einer sehr dünnen Haut von Messing oder Tombak. Ebenso erzeugt man Ablagerungen von Bronze,

wenn eine geeignete kupfer- und zinnhaltige Flüssigkeit zur Anwendung kommt; und von Neusilber, wenn das Bad Kupfer, Zink und Nickel enthält.

Auf solche Weise kann man Gegenständen aus Schmied- und Gusseisen, Stahl, Zink, Blei, Zinn, völlig die Farbe des Messings, der Bronze oder des Neusilbers erteilen, was für Zierstücke und mancherlei Hausgeräte wichtig sein wird, sobald durch Vereinfachung und grössere Sicherstellung des Arbeitsvorganges eine allgemeine Anwendung thunlich gemacht ist. Schon jetzt kommen (unter dem Namen *similor*) z. B. Leuchter u. dgl. aus Britannia-Metall mit schönem goldähnlichen Tombaküberzug vor, bei deren Darstellung man der zink- und kupferhaltigen Flüssigkeit eine sehr kleine Menge Goldauflösung zumischt, um die Farbe der Ablagerung zu erhöhen.

Sehr gute Ergebnisse liefern folgende Flüssigkeiten: a. für Messingüberziehung 100 Teile Wasser, 10 kohlensaures Kali, 1 Kupferchlorid, 2 schwefelsaures Zinkoxyd, 1 Cyankalium; oder 1 Teil Kupfervitriol in 4 Teilen, 8 Teile Zinkvitriol in 16 Teilen, 18 Teile Cyankalium in 36 Teilen heissen Wassers aufgelöst, die Lösungen gemischt, zur Wiederauflösung des entstehenden Niederschlages ferner mit Cyankalium versetzt und schliesslich mit 250 Teilen destillierten Wassers verdünnt; — b. für galvanische Bronzierung 100 Wasser, 10 kohlensaures Kali, 2 Kupferchlorid, 1 Zinnchlorür (Zinnsalz), 1 Cyankalium. In diesen Fällen ist nötig, mit kochendheisser Flüssigkeit zu arbeiten, und eine galvanische Batterie unentbehrlich.

Ein älteres Verfahren, auf nassem Wege einen Messingüberzug darzustellen, ist die sogenannte falsche Vergoldung auf Kupfer durch oberflächliche Verbindung desselben mit Zink. Dazu wird das Kupfer durch Scheidewasser blankgebeizt und in ein Amalgam aus 1 Teil Zink mit 12 Teilen Quecksilber gebracht, wozu man noch Weinstein setzt, worauf das Ganze mit sehr verdünnter Salzsäure gekocht wird. Nach dem Herausnehmen erscheint es von dem Amalgam weiss, nach dem Waschen und gelinden Glühen aber (wobei das Quecksilber abdampft) gelb, und nach dem Polieren goldfarbig.

G. Das Vernickeln.

Ein sehr wirksamer Schutz gegen Oxydation lässt sich bei den verschiedensten Metallfabrikaten durch einen Überzug mit Nickel erreichen, welcher diesen Gegenständen zugleich ein schönes stahlartiges Aussehen (mit einem Stich ins Gelbliche) verleiht.

Das Vernickeln kann in folgender, dem Verzinnen durch Weisssieden entsprechenden Art geschehen: Man bringt in ein blankes Metallgefäss (Kupferkessel) eine starke Chlorzink-Lösung, der man die gleiche bis doppelte Raummenge Flusswasser zufügt, erhitzt zum Kochen und fügt tropfenweise so viel Salzsäure hinzu, bis der durch den Wasserzusatz entstandene Niederschlag verschwunden ist; hierauf fügt man eine Messerspitze Zinkpulver hinzu, welcher Zusatz im Lauf einiger Minuten ein Verzinken des Metalles, soweit es von der Flüssigkeit berührt wird, zur Folge hat. Nun bringt man so viel Nickelsalz (Nickelchlorid, Kaliumnickelsulfat) hinzu, dass die Flüssigkeit deutlich grün gefärbt erscheint, legt die zu vernickelnden Gegenstände, welche von Schmiedeisen, Gusseisen, Stahl, Kupfer, Messing, Zink oder Blei sein können, unter Beifügung kleiner Zinkblechschnitzel oder Zinkdrahtstücke derart ein, dass beim Kochen hinreichend viel Berührungspunkte geboten werden, und erhält das Ganze im Kochen. Das Nickel schlägt sich bald nieder und nach etwa 15 Minuten findet man sämtliche Gegenstände vernickelt. Wenn die Nickelschicht recht glänzend erscheinen soll, so darf die Flüssigkeit beim Kochen weder trübe (von basischem Zinksalz), noch sauer (durch freie Salzsäure) sein. Die gehörig vernickelten Gegenstände müssen mit Wasser gut gewaschen und hierauf mit Schlämmkreide geputzt werden. Verwendet man statt des Nickelsalzes ein Kobaltsalz, so erhält man ebenso leicht auf den betreffenden Gegenständen einen Niederschlag von Kobalt; derselbe ist jedoch minder glänzend, als der Nickel-

überzug, und läuft leicht an, ist auch wegen seines höheren Preises weniger empfehlenswert.

Auch auf galvanischem Wege kann das Vernickeln ausgeführt werden. Hierbei kann z. B. ein Doppelsalz dienen, welches durch Kristallisieren von 4 Gewichtsteilen reinem schwefelsauren Nickeloxyd mit 2 Teilen reinem Ammoniak dargestellt ist; dasselbe wird in 60 Teilen destilliertem Wasser gelöst und mit 12 Teilen Ammoniakflüssigkeit von 0,909 Einheitsgewicht versetzt; bei dem Niederschlagen, welches mittels eines gewöhnlichen galvanischen Stromes unter Verwendung von Platin als positiven Pol erfolgt, wird die Lösung auf etwa 550° C. erhitzt. Dieses Verfahren ist von Böttger bereits i. J. 1843 vorgeschlagen worden.

Neuerdings wird meistens eine Lösung von schwefelsaurem Nickelammoniumoxyd als Vernickelungsflüssigkeit und metallisches Nickel als Anode verwendet; die Temperatur wird auf 20 bis 25° gehalten. Es soll die freiwerdende Säure von der Nickel-Anode so viel Metall auflösen, als aus dem Bade niedergeschlagen wird; sie muss daher eine entsprechend grosse Oberfläche haben.

Nach einem anderen Verfahren löst man in 15 *l* Wasser 1250 *g* Citronensäure, 500 *g* Chlorammonium oder Ammoniumsulfat, 500 *g* Ammoniumnitrat, erhitzt die Lösung auf 80° C. und sättigt sie nach und nach mit gefälltem Nickeloxydulhydrat; darauf nimmt man sie vom Feuer, sättigt sie mit 2,5 *l* Ammoniak und verdünnt mit Wasser auf 25 *l*. Die Flüssigkeit enthält dann ungefähr 50 *g* Nickel im Liter. Man lässt sie erkalten, setzt 500 *g* Ammoniumcarbonat hinzu, lässt absetzen und filtert; unter dem Einfluss des galvanischen Stromes setzt sie leicht eine dichte, glänzend weisse Schicht Nickel ab; die Temperatur muss bei der Anwendung ungefähr 50° C. betragen.

H. Das Vergolden.[1])

Es giebt vier Hauptarten der Metallvergoldung, nämlich: die Feuervergoldung, die kalte Vergoldung, die nasse Vergoldung und die Vergoldung mit Blattgold. Teils nach der Art des zu vergoldenden Metalles, teils nach anderen Rücksichten erfährt jedes der Verfahren einige Änderungen, wodurch mancherlei Unterarten des Vergoldens entstehen.

1) Feuervergoldung. — Das Wesentlichste derselben besteht darin, dass das Gold mit Quecksilber zu einem Amalgam verbunden (verquickt), dieses auf die Oberfläche der Ware gestrichen und letztere dann stark genug erhitzt wird, um das Quecksilber als Dampf fortzutreiben, wodurch das Gold als ein dünner fest haftender Überzug zurückbleibt.

a. Bronze-Vergoldung.[2]) Unter Bronze in der hier gemeinten Bedeutung versteht man das Tombak, welches gewöhnlich die Grundlage vergoldeter Arbeiten ausmacht, wenn diese aus unedlem Metalle bestehen. Manchmal steigt der Zinkgehalt dieser Mischung so hoch, dass dieselbe eigentliches Messing wird; immer aber ist es zweckmässig, dass neben Kupfer und Zink eine geringe Menge Zinn und Blei vorhanden sei.

Der Erfahrung nach kann die Menge des Zinkes in einer zum Vergolden sehr gut tauglichen Zusammensetzung von 22 bis zu 50 Teilen auf 100 Teile Kupfer betragen. Die Menge des Zinnes darf zwischen $^1/_4$ und 3% des Ganzen betragen, jene des Bleies ungefähr innerhalb derselben Grenzen veränderlich sein; jedoch so, dass Zinn und Blei zusammengenommen meist 3 bis 5% der ganzen Metallmischung ausmachen. Man vergleiche die auf S. 79 und 85 ge-

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encyklop., Bd. XIX, S. 520. — Vademecum des Vergolders. Von Emil Winkler. Leipzig 1850.

[2]) Die Kunst der Bronze-Vergoldung, von d'Arcet; aus dem Französischen von Blumhof. 2. Aufl. Frankfurt a. M. 1833.

machten Angaben. Eine gute Bronze muss nicht nur ziemlich leicht schmelzbar sein, sich rein und scharf giessen, leicht gefeilt, gedreht, graviert und poliert werden können, sondern sie soll, insbesondere in Beziehung auf das Vergolden, möglichst dicht sein. Da die Vergoldung bei gleicher Schönheit um so dünner sein darf, je mehr die Farbe des vergoldeten Metalls derjenigen des Goldes gleicht, so ist das rötliche dem messingähnlichen Tombak vorzuziehen.

Das Gold soll ganz oder beinahe ganz rein sein, weil das sehr merklich mit Silber gemischte eine grün aussehende Vergoldung liefert, ein etwas beträchtlicher Kupfergehalt des Goldes aber Ursache ist, dass letzteres sich schwerer mit dem Quecksilber amalgamiert und eine körnige, nicht leicht auf den Arbeitstücken auszubreitende Lösung erzeugt. Überdies fällt die Vergoldung mit kupferhaltigem Golde rötlich aus. Meistenteils bedient man sich der Dukaten, deren geringer Gehalt an Kupfer oder Silber keinen Nachteil bringt. Um das Gold-Amalgam zu bereiten, bringt man das dünn ausgewalzte, zerschnittene und abgewogene Gold in einem kleinen (der Glätte halber mit Kreide ausgestrichenen) hessischen Schmelztiegel im Kohlenfeuer zum schwachen Rotglühen; giesst ungefähr das achtfache Gewicht ganz reinen erwärmten Quecksilbers hinzu; erhitzt noch einige Minuten unter Umrühren mit einem eisernen Haken, und giesst endlich das fertige Amalgam in eine Schale mit Wasser aus, damit es sich schnell abkühlt und nicht durch Kristallisation Körner bildet, welche das gleichförmige Auftragen auf die zu vergoldende Ware erschweren würden. In diesem Zustande enthält das Amalgam zu viel Quecksilber und ist zu flüssig; der Arbeiter drückt und knetet es daher mit den Fingern an den Wänden der Schale, bis es teigartig daran kleben bleibt.

Besser ist, das Amalgam durch Sämischleder zu pressen, weil dabei die nachteilige Berührung der Hand mit dem Quecksilber grösstenteils vermieden werden kann. Das völlig ausgepresste Amalgam enthält nahe 2 Teile Gold gegen 1 Teil Quecksilber; je weniger vollständig man es auspresst, desto geringer ist der Goldgehalt, und desto dünner fällt demnach die damit gemachte Vergoldung aus. Übrigens ist auch das beim Pressen ablaufende Quecksilber goldhaltig und wird deshalb bei neuer Bereitung des Amalgams angewendet, kann aber auch, statt des letzteren, zum Hervorbringen sehr schwacher Vergoldungen dienen.

Die zu vergoldenden Gegenstände werden zwischen Kohlen schwach geglüht, nach dem langsamen Erkalten gelbgebrannt (S. 371), in Wasser abgespült und mit Sägespänen abgetrocknet. Sie müssen nun in gewissem Grade ein mattes, gleichsam körniges Ansehen zeigen, welches durch die gehörige Stärke der beim Gelbbrennen gebrauchten Säure erreicht wird. Ist das Metall zu rauh, so erfordert es zu viel Amalgam, um die Oberfläche völlig mit Gold zu bedecken, die Vergoldung wird mithin zu kostspielig; ist es zu glatt, so haftet das Gold nicht gut. Auf die so vorbereitete Ware wird das Amalgam mittels einer kleinen und feinen messingenen, an einem hölzernen Stiele befestigten Kratzbürste aufgetragen. Man taucht zu dem Ende die Kratzbürste in eine verdünnte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (Quickwasser), nimmt dann damit etwas von dem Amalgame auf, welches in einem unglasierten irdenen Schälchen liegt, und überfährt damit die Ware, welche entweder durchaus gleichmässig, oder nach Gutfinden auch stellenweise stärker, stellenweise schwächer mit Amalgam versehen wird, wonach die Vergoldung ungleich stark ausfällt. Auf ganz kleine Gegenstände überträgt man das Amalgam mittels eines am Ende plattgeschlagenen Messingdrahtes.

Das Quickwasser wird erhalten, indem man 110 *g* reines Quecksilber in 121 *g* Salpetersäure vom Einheitsgewicht 1,33 ohne Beihilfe der Wärme auflöst und zu dieser Flüssigkeit 6 *kg* Regenwasser oder destilliertes Wasser mischt. Diese schwache Quecksilberauflösung setzt auf den messingenen Drähten der Kratzbürste sowohl als auf der Oberfläche der Bronze einen dünnen Überzug von Quecksilber ab, vermöge dessen beide mehr geneigt werden, das Amalgam gleichmässig anzunehmen. Reine, mit Wasser verdünnte Salpetersäure, welche man oft statt des Quickwassers anwendet, leistet zwar (indem sie etwas Queck-

silber aus dem Amalgame auflöst) die nämlichen Dienste, belästigt aber die Arbeiter durch Entwickelung salpetrigsaurer Dämpfe.

Von der zuvor beschriebenen Art, das Amalgam aufzutragen, unterscheidet sich ein Verfahren, welches für sehr leichte Vergoldungen gebräuchlich ist, und darin besteht, dass man statt teigartigen Amalgams ein viel goldärmeres flüssiges (S. 420) anwendet. Dieses giebt man nebst den Waren in eine hölzerne oder irdene Schale, der man mit der Hand eine Bewegung von solcher Art erteilt, dass die einzelnen Stücke hüpfen und sich wenden, bis sie auf der ganzen Oberfläche weiss, d. h. mit Amalgam versehen sind. Gegenstände, die scharfe Kanten haben, mit welchen sie sich gegenseitig stossen und beschädigen können, sind nicht zweckmässig auf solche Weise zu behandeln.

Die mit dem Amalgam versehenen Stücke werden mit reinem Wasser abgespült, worauf man sie trocknen lässt, und endlich erhitzt (abraucht), um das Quecksilber zu verflüchtigen. Soll die Vergoldung stärker werden, so trägt man abermals Amalgam auf (wobei jedoch das Quickwasser durch einen kleinen Zusatz von Salpetersäure geschärft werden muss), spült in Wasser und raucht das Quecksilber wieder ab. Nötigenfalls wiederholt man diese Arbeiten auch zum dritten- und viertenmal; daher kommen die Ausdrücke: zweifach, dreifach vergoldet. Um das Abrauchen zu verrichten, legt der Vergolder das Arbeitstück auf einen Rost von Eisendraht über glühende Kohlen eines kleinen, oben offenen Eisenblech-Ofens, lässt es allmählich heiss werden; nimmt es mit einer Zange heraus und legt es in die mit einem dick gepolsterten Handschuhe bekleidete linke Hand; reibt und stösst es auf allen Seiten mit einer Bürste von langen Borsten, um das Amalgam gleichmässig zu verteilen; bringt es wieder auf das Feuer und erhitzt es langsam bis zur gänzlichen Verflüchtigung des Quecksilbers. An Stellen, wo es an Amalgam fehlt, wird nachträglich etwas davon aufgetragen, um sie auszubessern. Ganz kleine Gegenstände, wie Knöpfe u. dgl. erhitzt man in grösserer Anzahl zugleich in einer flachen eisernen Pfanne, die man oft schüttelt, damit alle Stücke gleichheiss werden. Man erkennt die Vollendung des Abrauchens an der Art des Zischens, welches ein auf das Metall gebrachter Wassertropfen hervorbringt. Die Stücke werden nun in Wasser abgespült und in einer Mischung aus Wasser und Essig mit einer messingenen Kratzbürste (welche gröber ist, als jene zum Auftragen des Amalgams) gekratzt, worauf man sie wieder mit reinem Wasser spült und mit Sägespänen abtrocknet.

Vergoldete Arbeiten, welche überall Glanz haben müssen, poliert man mittels des Blutsteines (S. 394), den man in durch Essig gesäuertes Wasser taucht; wäscht sie dann in reinem Wasser und trocknet sie an weicher Leinwand, zuletzt aber auf einem Roste über schwachem Kohlenfeuer. — Gegenstände, welche ganz matt bleiben sollen, werden nach der Vergoldung dem Mattieren, Mattmachen unterworfen. Auf gleiche Weise behandelt man diejenigen, welche teilweise matt und teilweise glänzend (poliert) werden sollen; nachdem man hier vorläufig die zu polierenden Stellen mit einem Brei aus Kreide, Zucker, Gummi und Wasser bedeckt, die Stücke wieder getrocknet und bis zum Braunwerden des eben erwähnten Überzuges erhitzt hat. Man nennt diese teilweise Bedeckung das Aussparen, weil sie dazu dient, die Einwirkung der Mattfarbe auf jene Stellen, welche poliert werden sollen, zu verhindern. Das Mattmachen oder Färben ist eine Arbeit, welche mit dem Färben der Goldwaren (S. 374) grosse Ähnlichkeit hat, und deren Bestimmung darin besteht, der Vergoldung ein gleichförmig mattes, schön gelbes Ansehen zu erteilen. Die Mattfarbe ist ein Gemenge von 8 Teilen Salpeter, 7 Teilen Kochsalz und 5 Teilen Alaun, welches man in einem Schmelztiegel mit etwas Wasser zergehen lässt und auf die vergoldeten Gegenstände aufträgt. Wenn letztere einige Glanzstellen enthalten, so sind diese auf schon beschriebene Art ausgespart. Man bringt nun die an einem Eisendrahte hängenden Stücke auf das Feuer, bis die salzige Kruste völlig geschmolzen ist, und taucht sie dann schnell in die mit kaltem Wasser gefüllte Mattiertonne, wodurch sowohl die Salzmasse, als auch die Aussparung sich ablöst. Zur vollständigen Reinigung zieht man sie endlich noch durch sehr

verdünnte Salpetersäure, wäscht sie in reinem Wasser und trocknet sie mit feiner Leinwand oder durch gelindes Erwärmen.

Die Flüssigkeit in der Mattiertonne, vorzüglich aber deren Bodensatz, enthält etwas Gold, welches man daraus wie aus der alten Farbe der Goldarbeiter (S. 376) gewinnen kann. — Anstatt die Farbe von der beschriebenen Zusammensetzung auf den vergoldeten Stücken schmelzen zu lassen, kann man letztere (wie bei Goldwaren üblich ist, S. 375) in der aus Salpeter, Kochsalz und Salzsäure gemischten Farbe kochen. Es entsteht dadurch der Vorteil, dass beim Einhängen in die Farbe mehrere Stücke miteinander gefärbt werden können, während beim Erhitzen der mit Farbebrei bedeckten Gegenstände über Kohlenfeuer jedes, auch das kleinste Stück einzeln vorgenommen werden muss.

Statt der eben beschriebenen gewöhnlichen gelben Farbe giebt man oft der Vergoldung die orangegelbe Farbe des Muschelgoldes oder eine rötliche Farbe, welche der Farbe des mit Kupfer legierten Goldes ähnlich ist.

Zur Farbe des Muschelgoldes wird die vergoldete Arbeit weniger stark mit der Kratzbürste gekratzt, als gewöhnlich; dann erhitzt man sie ziemlich stark; lässt sie wieder ein wenig abkühlen; streicht mittels eines Pinsels auf alle Stellen, welche matt und von der genannten Farbe werden sollen, ein Gemenge von gepulvertem Rötel (oder Kolkothar, S. 391), Alaun, Kochsalz und Essig; erhitzt das Stück auf glühenden Kohlen, bis dieser Überzug sich zu schwärzen anfängt; taucht es in kaltes Wasser; bestreicht es mit Essig oder sehr verdünnter Salpetersäure; wäscht es in reinem Wasser ab und trocknet es bei gelinder Wärme.

Um die rote Farbe der Vergoldung (rote Vergoldung) zu erzeugen, hängt man das Stück sogleich, nachdem das Quecksilber davon abgeraucht und während es noch heiss ist, an einen Eisendraht, taucht es in geschmolzenes Glühwachs, oder reibt es, falls es grösser ist, mit einer Stange Glühwachs, und lässt dieses über einem angefachten Kohlenfeuer abbrennen, wobei man dessen Entzündung dadurch befördert, dass man auch einige Tropfen Glühwachs auf die Kohlen wirft. Man dreht das Stück hin und her, damit die Flamme überall möglichst gleichstark sei. Sobald dieselbe erlischt, taucht man die Arbeit in Wasser, kratzt sie mit der Kratzbürste und Essig, spült abermals in Wasser und trocknet sie. Eine durch das Glühwachsen unschön oder fleckig ausgefallene Farbe kann man dadurch verbessern, dass man Grünspan in Essig zerrührt aufträgt, diesen über gelindem Feuer eintrocknen lässt, das Stück in Wasser spült, mit Essig oder verdünnter Salpetersäure kratzt, wieder abspült, endlich trocknet.

Das Glühwachs wird auf verschiedene Weise zusammengesetzt, wobei aber immer die Hauptbestandteile die nämlichen bleiben. Vorschriften dafür sind: 32 Teile gelbes Wachs, 3 Teile roter Bolus, 2 Teile Grünspan, 2 Teile Alaun; — 32 gelbes Wachs, 24 Rötel, 4 Grünspan, 4 Kupferasche (S. 45), 4 gebrannter Alaun; — 32 gelbes Wachs, 18 Rötel, 18 Grünspan, 6 Kupferasche, 2 gebrannter Borax; — 96 gelbes Wachs, 48 Rötel, 2 Kolkothar, 32 Grünspan, 20 Kupferasche, 32 Zinkvitriol, 16 Eisenvitriol, 1 Borax; — 36 weisses Wachs, 18 Rötel, 18 Grünspan, 8 Kupferasche, 18 Zinkvitriol, 6 Eisenvitriol, 3 Borax. Das Wachs wird zuerst geschmolzen, und dann rührt man die übrigen Stoffe, fein gepulvert, hinein. Die Art, wie das Glühwachs wirkt, ist noch nicht genau erklärt. Die Anwesenheit von Grünspan, Kupferasche, lässt vermuten, dass die Vergoldung mit etwas Kupfer in Verbindung tritt, welches zum Teil durch das Zink der Bronze aus dem Grünspan geschieden, zum Teil durch das verbrennende Wachs reduziert werden mag; sowie anderseits wahrscheinlich ist, dass von den roten pulverigen Körpern (Rötel, Bolus, Kolkothar) feine Teilchen fest in den Poren der vergoldeten Oberfläche sitzen bleiben und zur Färbung derselben beitragen. Die Porigkeit der Metalle zeigt sich in manchen Fällen auffallend genug, um eine solche Annahme zu erlauben (vergl. z. B. S. 391).

Grüne Vergoldung wird mittels des mit Silber legierten Goldes hervorgebracht. Um die Farbe dieser Vergoldung zu erhöhen, bedient man sich eines Gemisches von 17 Teilen Salpeter, 14 Teilen Salmiak und 9 Teilen Grünspan,

welches mit Wasser angemacht als Brei aufgetragen wird, worauf man ferner ebenso verfährt, wie bei der Farbe des Muschelgoldes (S. 422).

Die häufige Berührung, in welche die Vergolder mit Quecksilber kommen, noch weit mehr aber das Einatmen der Quecksilberdämpfe beim Abrauchen und der schädlichen Gase, welche sich beim Mattmachen entwickeln, ist der Gesundheit dieser Arbeiter äusserst gefährlich. Um insbesondere die zweite und wichtigste Ursache der Gefahr zu entfernen, hat d'Arcet eine Einrichtung der Vergolder-Werkstätte empfohlen, welche allgemeine Nachahmung verdient. Das Wesentliche der Erfindung bezweckt, durch künstliche Vorrichtungen einen beständigen und sehr lebhaften Luftzug in den Schornsteinen zu unterhalten, unter welchen die Arbeiten des Abrauchens und Mattmachens vorgenommen werden, sodass die aufsteigenden Dämpfe und Gase sogleich und vollständig fortgerissen werden, ohne in den Arbeitsraum treten zu können.

Bemerkt muss werden, dass Gold in der Asche des Abrauchofens und des Mattierofens, im Kehricht von den Arbeitstischen und dem Fussboden der Werkstätte, in der Flüssigkeit und dem Bodensatze der Mattiertonne (S. 422), in den alten Kratzbürsten und in dem Schmutze des Zubers, worin das Kratzen vorgenommen wird, endlich im Russ aus den Schornsteinen — in nicht zu vernachlässigender Menge enthalten ist. Man gewinnt dasselbe durch angemessene Verfahrungsarten wieder, deren nähere Beschreibung jedoch hier zu weit führen würde. Man kann nach bestimmten Erfahrungen annehmen, dass von 100 Teilen Gold, die im Amalgam zum Vergolden angewendet werden, nur etwa 74 Teile wirklich auf die Ware gelangen, 22 Teile aus den Abfällen wieder gewonnen werden können, und 4 Teile gänzlich verloren gehen. Auf 1 *qm* Bronze-Oberfläche wird durch die Feuervergoldung, nach deren geringerer oder grösserer Stärke, 4,28 bis 26 *g* Gold befestigt, wonach man die Dicke der Goldlage auf 0,22 bis 1,3 *mmm* schätzen kann.

Von alter vergoldeter Arbeit oder von Stücken, welche während des Vergoldens verdorben wurden, lässt sich das Gold auf verschiedene Weise gewinnen (absprengen). Man bestreicht z. B. die Oberfläche 3 *mm* dick mit einem Brei aus 2 Teilen Schwefel, 1 Teil Salmiak und Essig, macht die Stücke rotglühend, löscht sie in mit Schwefelsäure angesäuertem Wasser ab, in welchem man sie einige Stunden liegen lässt, und kratzt sie endlich ab. Die sich ergebenden Schuppen (vorzüglich Schwefelkupfer mit Gold vermengt) werden mit Salpeter und Borax in einem Tiegel geschmolzen. — Auch kann man die vergoldeten Waren in Quickwasser (S. 420) tauchen, bis sie von niedergeschlagenem Quecksilber ganz weiss sind; das nun auf der Oberfläche sitzende Amalgam abschaben und glühen, wobei kupferhaltiges Gold zurückbleibt.

Das Vorhandensein einer Vergoldung auf Messing, Tombak oder Bronze (sei sie nun Feuervergoldung oder anderer Art) wird dadurch leicht erkannt, dass durch Betupfen mit einer Kupferchlorid-Auflösung keine Veränderung entsteht; man kann auf diese Weise vergoldete Gegenstände sicher von unvergoldeten unterscheiden, auf welchen letzteren das Kupferchlorid einen schwarzen Fleck hervorbringt. Doch versteht es sich von selbst, dass ein etwa vorhandener Firnis vorher durch Abwaschen mit Terpentinöl und starkem Weingeist entfernt werden muss, weil er ebensogut wie eine Vergoldung die Einwirkung des Kupferchlorids verhindern würde.

b. Vergolden des Kupfers. — Man verfährt auf die nämliche Weise wie im vorhergehenden vom Tombak und Messing angegeben ist. Kupfer erfordert übrigens mehr Gold als die Bronze; auch nimmt es weniger leicht das Amalgam an.

c. Vergolden des Silbers. — Das Verfahren dabei ist mit dem bei der Bronzevergoldung übereinstimmend; nur ist beim Auftragen des Amalgams auf Silberwaren, welche über 0,750 fein sind, das Quickwasser (S. 420) entbehrlich und unnütz: ersteres, weil das Silber ohnehin leicht genug das Amalgam annimmt; letzteres, weil vom Silber nicht so wie von der Bronze die Quecksilberauflösung zersetzt und das Quecksilber derselben auf die Oberfläche der Arbeit niedergeschlagen wird. Dagegen gebraucht man auf Silber von 0,750 und weniger Feingehalt Quickwasser, weil es hier (wegen der vorhandenen grösseren

Menge Kupfer) seine Dienste thut. Es versteht sich von selbst, dass die zu vergoldenden Silberwaren ganz rein und blank gemacht sein müssen, was man durch kurzes Sieden mit sehr verdünnter Salpetersäure bewerkstelligt. — Soll die Vergoldung auf Silber matt bleiben, so bedeckt man sie mit einem Brei aus 8 Teilen Salmiak, 2 Teilen Salpeter, 2 Teilen kristallisiertem Grünspan, 2 Teilen Eisenvitriol, 1 Teil Kupfervitriol, der nötigen Menge Essig und ein wenig Scheidewasser; lässt diesen Überzug auf Kohlenfeuer braun werden; löscht dann die Stücke in Wasser ab und spült sie rein. Soll die Vergoldung dagegen poliert werden (was mittels des Blutsteines geschieht), so erhöht man vorher die Farbe derselben durch Abbrennen mit Glühwachs, nach der (S. 422) beschriebenen Weise.

Vergoldete Silberware führt den Namen Vermeil; die Feuervergoldung auf Silber hat immer eine Farbe von ziemlich geringer Lebhaftigkeit. — Von altem vergoldeten Silber trennt man das Gold durch Übergiessen mit Königswasser, Abkratzen der Oberfläche und Auskochen des Abgekratzten mit Königswasser. Aus den so gewonnenen beiden Lösungen schlägt man das Gold durch Eisenvitriol nieder.

d. Vergolden des Eisens und Stahls. — Da das Eisen äusserst wenig Neigung besitzt, sich mit dem Quecksilber zu verbinden, so nimmt es auch das Goldamalgam ohne weiteres nicht an, und lässt sich folglich nicht ohne besondere Vorbereitung im Feuer vergolden. Man kann indessen auf Umwegen zum Ziele kommen: entweder indem man das Eisen (den Stahl) auf nassem Wege dünn verkupfert (S. 415) und sogleich in Wasser abspült, worauf es sich dann, wie Kupfer, mit Amalgam vergolden lässt; oder durch vorläufige nasse Amalgamierung der Oberfläche, worauf diese ebenfalls das Goldamalgam gut annimmt und also gleich Bronze oder Kupfer vergoldet werden kann. Von beiden Verfahren wird kaum Gebrauch gemacht.

Die Vergoldung auf einer Kupferunterlage misslingt leicht dadurch, dass letztere sich samt dem Golde vom Eisen ablöst. Die erwähnte nasse Amalgamierung wird auf folgende Weise durchgeführt: Man bringt in ein Porzellangefäss 24 Teile Quecksilber, 2 Zink, 4 Eisenvitriol, 24 Wasser und 3 Salzsäure von 1,2 Einheitsgewicht, wirft die zu amalgamierenden Stücke von Schmiedeeisen, Gusseisen oder Stahl hinein und erhitzt zum Kochen. In ganz kurzer Zeit überziehen sich die Gegenstände mit einer spiegelblanken dünnen Quecksilberhaut.

2) Kalte Vergoldung, Vergoldung durch Anreiben. — Auf Kupfer, Messing, Tombak, Neusilber und Silber anwendbar, und hauptsächlich bei letzterem gebräuchlich. Man löst reines Gold in Königswasser auf, so viel letzteres aufnehmen will; tränkt mit der Auflösung feine Leinwandlappen; zündet dieselben nach dem Trocknen an und lässt sie zu Asche brennen. Der Goldzunder, welchen man auf diese Weise gewinnt, enthält metallisches Gold in höchst feiner Zerteilung, welcher auf die gut blank gemachte, zu vergoldende Metallfläche durch Anreiben übertragen wird.

Zur Bereitung des Goldzunders kann man sich statt der reinen Goldauflösung auch einer etwas kupferhaltigen bedienen, und man thut dies wohl mit der Absicht, der Vergoldung mehr Röte (Feuer) zu geben. So löst man z. B. 6 Teile feines Gold und 1 Teil reines Kupfer in 16 Teilen Königswasser auf, und verfährt übrigens wie oben.

Man taucht einen Finger, oder besser das etwas verkohlte (am Lichte angebrannte) und mit Wasser, Salzwasser oder Essig benetzte Ende eines Korkes in den Goldzunder, und reibt dann damit die zu vergoldende Metallfläche. Wenn durch hinlänglich fortgesetztes Reiben die Vergoldung vollendet ist, giebt man ihr Glanz durch Reiben mit einem über den Kork gespannten weichen Leinwandläppchen, bei grossen Arbeiten aber durch Blutsteine oder Polierstähle, die mit Seifenwasser benetzt werden. Man kann auch den Goldzunder mit

Kochsalz und einer kleinen Menge Weinstein vermengen und dann damit wie bei der kalten Versilberung (S. 431) verfahren.

Die kalte Vergoldung ist viel weniger dauerhaft als die Feuervergoldung, weil das Gold nur leicht an der Metalloberfläche haftet; sie zeigt aber, insbesondere auf Silber, eine recht schöne Farbe, und übertrifft hier an Schönheit die Feuervergoldung: sodass man öfters Silberwaren im Feuer nur sehr schwach vergoldet und dann eine kalte Vergoldung darauf setzt. Man erreicht hierdurch den Vorteil der schönen Farbe, verbunden mit grösserer Dauer, als die kalte Vergoldung (das Anreiben) allein gewähren kann.

3) Nasse Vergoldung.[1]) — Man fasst unter diesem Namen diejenigen Verfahrungsarten zusammen, bei welchen das Gold in einer Auflösung angewendet wird. Dahin gehört:

a. Die nasse Vergoldung auf Kupfer, Messing und Tombak. — Man löst in Königswasser so viel feines Gold auf, als jenes aufzunehmen vermag, dunstet die Flüssigkeit in einer Porzellan-Schale bei gelinder Hitze zur Syrupsdicke ab und löst die beim Erkalten entstehende kristallisierte Masse in ziemlich viel Wasser wieder auf (z. B. auf 4 *g* Gold 1 bis 1,5 *kg* Wasser). Man gewinnt dadurch eine Flüssigkeit, mit welcher man kleine Gegenstände, als: Kettchen, Uhrschlüssel, Knöpfe, Ohr- und Fingerringe u. s. w. einfach dadurch vergolden kann, dass man sie (nach vorausgegangenem Gelbbrennen, S. 371) wiederholt eintaucht, mit Weinstein abbürstet und in reinem warmen Wasser abspült, bis die Vergoldung stark genug ist. Nach dem letzten Spülen trocknet man die Stücke mit Sägespänen ab, und poliert sie nötigenfalls mit dem Polierstahle oder mit der Kratzbürste. Diese Vergoldung fällt ziemlich bleichrötlich aus. — Ein weit besseres, immer gut gelingendes Verfahren ist das folgende: Man bereitet Königswasser durch Zusammenmischen von 64 *g* Salpetersäure (Einheitsgewicht 1,45), 56 *g* Salzsäure (Einheitsgewicht 1,15) und 44 *g* Wasser — oder 112 *g* Salpetersäure von 1,39, 48 *g* Salzsäure von 1,17 und 8 *g* Wasser — und löst darin durch Kochen 16 *g* feines Gold auf, bis sich keine roten Dämpfe mehr entwickeln, vermischt diese Flüssigkeit langsam (wegen des Aufbrausens) mit 1 *kg* in 2 *kg* destillierten Wassers aufgelöstem doppeltkohlensauren Kali, lässt die Mischung in einer Porzellanschale kochen, und hängt die sorgsam gelbgebrannten Tombak-Gegenstände ½ bis 1 Minute lang hinein. Herausgezogen, werden dieselben sogleich in reinem Wasser abgespült und in Buchen-Sägespänen abgetrocknet. Sie erscheinen nun schön vergoldet und können nach Erfordernis mit Blutstein oder mit Polierstählen poliert werden. Legt man die vergoldeten Stücke in sehr verdünnte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (Quickwasser), bis sie weiss geworden sind, und erhitzt sie dann vorsichtig zur Wegtreibung des Quecksilbers, so entsteht eine hellgelbe matte Oberfläche, die sich mit der gewöhnlichen Farbe aus Kochsalz, Salpeter und Alaun (S. 422) hochgelb färben lässt, wobei indessen die Einwirkung nicht zu lange dauern darf, weil sonst das Gold durch die Farbe weggenommen wird. — Der Vergoldungsflüssigkeit muss in dem Masse, wie sie während des Gebrauches einkocht, destilliertes Wasser zugesetzt werden. Wenn sie an Gold ziemlich erschöpft ist, verstärkt man sie wieder durch Zusatz von etwas Goldauflösung. — Messing, Kupfer, verkupferter Stahl, Weissblech nehmen die Vergoldung gleich dem Tombak an; weniger leicht Silber und Neusilber.

Die oben vorgeschriebene Menge des doppelt-kohlensauren Kali (welche wegen des hohen Preises in Betracht kommt) kann ohne Schaden vermindert werden, indem man nach folgender Vorschrift verfährt, die übrigens etwas mehr Arbeit verursacht: Man löst 15 *g* Gold in Königswasser auf, dampft bei gelinder Wärme die Auflösung bis zur Trockenheit, und bis der Rückstand rötlich zu werden anfängt, ab; löst das Goldsalz wieder in 3 *kg* destillierten Wassers auf; setzt 120 *g* doppelt-kohlensaures Kali zu, und verfährt weiter mit der

---

[1]) Schreiber, E., Die Vergoldungs- und Versilberungskunst durch Einlegen oder Anreiben. Weimar 1853.

Flüssigkeit wie oben. — Grüne Vergoldung kann man hervorbringen, indem man der Vergoldungsflüssigkeit eine angemessene Menge von kristallisiertem salpetersauren Silberoxyd in Lösung zusetzt.

Man kann auf dem hier angezeigten Wege nur leichte (dünne) Vergoldungen zustande bringen, welche höchstens so stark sind wie die leichteste übliche Feuervergoldung. Bei eigens in dieser Hinsicht angestellten Versuchen ergab sich, dass die auf 1 *qm* Tombakfläche abgesetzte Goldmenge 2,73 bis 4,21 *g* betrug, was auf eine Dicke des Goldüberzuges = 0,14 bis 0,22 *mmm* schliessen lässt.

b. Die nasse Vergoldung auf Silber (griechische Vergoldung). — Die unter a. (S. 425) zuerst beschriebene nasse Vergoldung mittels einfacher Goldauflösung ist auf Silber nicht anwendbar, weil dieses sich in der Flüssigkeit mit Chlorsilber überzieht, wodurch das Anhaften des Goldes verhindert wird. Um daher Silber nass zu vergolden (was jedoch selten geschieht), löst man Alembrotsalz (eine Verbindung von Quecksilberchlorid und Salmiak) in Scheidewasser, und in dieser Flüssigkeit Gold auf; dampft die Auflösung ab, bis sie anfängt etwas dick zu werden, und taucht nun das Silber hinein. Die Gegenwart des Quecksilbers verhindert die Bildung von Chlorsilber, und mithin kann sich das Gold fest auf die Oberfläche des Silbers niederschlagen. Das Alembrotsalz erhält man, wenn man gleiche Teile ätzenden Quecksilber-Sublimates und Salmiak in heissem Wasser auflöst und die Flüssigkeit bis zur Kristallisation abdampft.

c. Nasse Vergoldung auf Eisen und Stahl. — Kleine Stahlwaren, wie Scheren, chirurgische Geräte, Näh- und Stricknadeln u. s. w. werden oft ganz oder teilweise vergoldet (z. B. die Nähnadeln an den Öhren, die Stricknadeln an den beiden Spitzen) und man bedient sich hierzu zum Teil des nachfolgenden Verfahrens. Man löst feines Gold in dem vierfachen Gewichte oder überhaupt in so wenig Königswasser auf, dass letzteres gesättigt wird und ein kleiner Rest Gold unaufgelöst bleibt. Zu der in einer Flasche befindlichen Goldauflösung fügt man die zweifache Menge (dem Raume nach) Schwefeläther, und schüttelt das Ganze gegen zehn Minuten lang. In der Ruhe sondert sich dann der Äther, der alles Goldsalz in sich aufgenommen hat, als eine gelbe Schicht oben ab, während man darunter eine wässerige, farblose Flüssigkeit findet. Man zieht oder giesst den goldhaltigen Äther in ein anderes Fläschchen ab, welches man wohlverstopft aufbewahrt. Die zu vergoldenden Stahlwaren werden, nachdem sie mit Polierrot und Weingeist poliert sind, in den Goldäther getaucht (oder mittels des Pinsels damit bestrichen), in Wasser abgespült und gelinde erwärmt. Durch längeres Verweilen im Äther oder durch Wiederholen des Eintauchens oder Bestreichens wird die Vergoldung dicker. Dieselbe haftet fester, wenn die Stahlfläche in geringem Grade rauh ist. Man kann zu diesem Zwecke den polierten Stahl durch Scheidewasser mattätzen, dann wie vorhin angegeben behandeln und zuletzt mit dem Polierstahle überfahren. Von den nicht geätzten Stellen lässt sich das Gold leicht wegreiben, wie die Äthervergoldung überhaupt nicht dauerhaft ist. Weit mehr Empfehlung verdient die Vergoldung nach a. mittels Goldauflösung und zweifach-kohlensaurem Kali, wozu die Gegenstände (aus Stahl, Schmied- und Gusseisen) vorläufig dünn überkupfert werden, S. 415, und die Vergoldungsflüssigkeit heiss, jedoch nicht kochend, in Anwendung kommt.

Eine sehr fest haftende Vergoldung auf Stahl soll erlangt werden, wenn man den wohl gereinigten Gegenstand mittels eines Drahtes mit einem Stückchen Zink verbindet und beide zusammen in die mit Schwefelcyankalium versetzte Auflösung des Cyangoldes in Cyankalium einsenkt.

d. Vergoldung auf alle Metalle anwendbar, nachdem diese verzinkt worden sind: Man löst 10 Teile Gold in Königswasser, dampft zur Trockenheit ab, löst das Goldsalz wieder in 20 Teilen destillierten Wassers, setzt 60 Teile Cyankalium in 80 Teilen destillierten Wassers gelöst zu, filtert und macht mit dieser Flüssigkeit ein inniges feinpulvriges Gemenge von 100 Teilen Schlämmkreide und 5 Teilen Weinstein zu Brei. Letzteren trägt man mittels eines Pinsels auf die zu vergoldende Arbeit, welche hierauf ge-

waschen und abgebürstet wird. Es ist leicht, eine Fläche teilweise auf diese Art zu vergolden, während man andere Stellen daneben auf ähnliche Weise versilbert (S. 433, c.).

e. Nasse Vergoldung auf Aluminium. Man löst 8 *g* Gold in Königswasser auf, verdünnt die Lösung mit Wasser und lässt sie bis zum andern Tage mit einem kleinen Überschuss von Kalk digerieren. Der aus goldsaurem Kalk und überschüssigem Kalk gemengte Niederschlag wird gut ausgewaschen und bei gelinder Wärme mit der Lösung von 20 *g* unterschwefeligsauren Natrons in 1 *kg* Wasser behandelt. Die alsdann gefilterte Flüssigkeit vergoldet das hineingetauchte (vorläufig mit Ätzkalilauge, hierauf mit Salpetersäure abgebeizte und schliesslich mit reinem Wasser gespülte) Aluminium ohne weitere Beihilfe.

f. Galvanische Vergoldung.[1] — Sie hat gegenwärtig wegen der Leichtigkeit ihrer Ausführung und der durch sie gewährten Möglichkeit, nach Belieben einen sehr dünnen (daher wohlfeilen) Goldüberzug auf irgendwelchen Metallen hervorzubringen, die allgemeinste Verbreitung erlangt. Das Wesentlichste in betreff dieses Vergoldungsverfahrens ist S. 171 angedeutet, sofern man sich dabei der einfachen galvanoplastischen Einrichtung bedient. Zum Vergolden grosser Gegenstände ist es jedoch erforderlich, oder wenigstens besser, eine galvanische Batterie, eine Dynamomaschine zu gebrauchen, in welchem Falle die Anordnung derjenigen ganz ähnlich ist, deren bei Gelegenheit des Verkupferns am Schlusse gedacht wurde (S. 417); nur dass man statt des am Zinkpoldrahte angebrachten Kupferbleches sich eines Goldbleches (z. B. eines dünn ausgewalzten Dukatens) bedient. Von diesem Bleche löst sich in dem Masse Gold in dem Bade auf, als dieses Gold an das zu vergoldende Stück abgiebt, sodass die Flüssigkeit stets in unveränderter Stärke bleibt.

Die Vergoldungsflüssigkeit bereitet man nach verschiedenen Vorschriften, wovon folgende zwei als bewährt beispielsweise angeführt werden: α. Man löst 3,5 *g* Gold (einen Dukaten) in etwa 50 *g* Königswasser, verdampft die Lösung bis sie anfängt eine schön dunkel-gelbrote Farbe anzunehmen, löst die unter Umrühren erkaltete Masse in wenig Regenwasser wieder auf (wobei aus der Porzellanschale alles herausgespült wird) und filtert die goldgelbe Flüssigkeit. Man löst ferner 120 *g* gelbes Cyaneisenkalium (gewöhnliches Blutlaugensalz) und 15 *g* kristallisiertes kohlensaures Natron in 1,25 *kg* Regenwasser, bringt die Auflösung in einer Porzellanschale zum Kochen und setzt nun die vorerwähnte Goldlösung hinzu. Sobald der dabei entstehende schmutzig grünlichbraune Niederschlag rein rostbraun geworden, nimmt man die Schale vom Feuer, lässt erkalten und filtert durch weisses Löschpapier. Die klare goldgelbe Flüssigkeit kann sogleich angewendet oder zu künftigem Gebrauch in gut verstopften gläsernen Flaschen aufbewahrt werden. Ist sie durch fortgesetztes Vergolden ziemlich erschöpft, so kann man neuerdings die Goldauflösung von einem Dukaten zusetzen, mit 15 *g* kohlensaurem Natron aufkochen und filtern. — β. Das aus 1 Teil Gold durch Auflösen in Königswasser und Abdampfen bereitete Goldchlorid wird in einer wässerigen Flüssigkeit aufgelöst, welche 12 Teile Blutlaugensalz und 3 Teile Ätzkali enthält, das Gemisch eine halbe Stunde lang gekocht, gefiltert und mit so viel destilliertem Wasser verdünnt, dass es 120 Teile wiegt.

Der zu vergoldende Gegenstand muss vorläufig rein blankgemacht und von Schmutz, Fett u. s. w. gereinigt sein, darf auch nur mit nassen Fingern angefasst werden. Man hängt ihn an einem Platin- oder vergoldeten Kupferdrahte in die Vergoldungsflüssigkeit, welche schneller wirkt, wenn sie auf etwa 36° C. erwärmt ist (was jedoch keineswegs erfordert wird). Nach 1 bis 2 Minuten ist er schon mit einer dünnen Goldhaut bekleidet; man nimmt ihn nun heraus, spült ihn mit Regenwasser, reibt ihn mittels einer kleinen Bürste mit feingepulvertem Weinstein und Wasser ab, spült abermals in reichlichem Wasser, trocknet ihn mit einem reinen Leinwandläppchen und hängt ihn wieder in das

[1] Die galvanische Vergoldung, Versilberung u. s. w. von L. Elsner. 2. Aufl. Leipzig 1851.

Bad. Von 2 zu 2 Minuten wird diese Behandlung wiederholt, bis die Vergoldung stark genug ist.

Gegenstände, welche vor dem Vergolden poliert waren, erscheinen auch nachher glänzend; solche, welche matt gewesen sind, bekommen eine matte Vergoldung, und in beiden Fällen ist der Goldüberzug so schön, dass kein Färben (S. 422) oder Glühwachsen (S. 422) erfordert wird. Um eine rötliche Vergoldung zu erlangen, löst man mit dem Golde etwas Kupfer in Königswasser auf und verfährt übrigens wie oben angezeigt. Für grüne Vergoldung bereitet man eine eigene Goldflüssigkeit, welche mit Silber versetzt wird; endlich erhält man durch Vergoldungsflüssigkeiten, in welchen Silber und Kupfer zugleich enthalten sind, hell-rötlichgelbe Vergoldungen. — Soll ein Gegenstand nur teilweise vergoldet werden, so schützt man alle frei zu haltenden Stellen durch Bekleidung mit einem Deckgrunde, der nach folgender Vorschrift zu bereiten ist: Man schmilzt 2 Teile Asphalt (Judenpech) und 1 Teil gepulverten Mastix bei gelinder Wärme unter Umrühren so lange, bis die Mischung ein gleichförmiges Ansehen hat; dieselbe wird sodann auf ein kaltes Kupferblech ausgegossen und in Wachspapier eingewickelt aufbewahrt. Um damit zu decken, wird die erforderliche Menge Deckgrund bei gelinder Wärme in Terpentinöl zur Sirups-Dicke aufgelöst, diese Auflösung mittels eines weichen Pinsels aufgestrichen und der Gegenstand gelinde erhitzt, um das Terpentinöl abzudunsten. Nach erfolgter Vergoldung kann der Deckgrund durch schwaches Bürsten, ohne anderes Hilfsmittel, wieder entfernt werden. — Hierher gehören auch die galvanischen Niederschläge, durch welche man z. B. auf Bronze die Gold- (oder Silber-) Einlegungen nachahmt. Eine bliebige Zeichnung wird auf dem zu verzierenden Gegenstande mit Bleiweiss-Wasserfarbe angelegt; alle hiervon freigebliebenen Teile der Oberfläche aber werden mit dem vorstehend erwähnten Deckgrunde überzogen; dann entfernt man durch Eintauchen in stark verdünnte Salpetersäure das Bleiweiss und lässt die Stellen auf geringe Tiefe ausätzen, endlich schlägt man darauf Gold (oder Silber) nieder, bis die Vertiefungen ausgefüllt sind. Nach Entfernung des Deckgrundes werden die Gegenstände poliert.

Kupfer, Messing, Tombak, Glockenbronze, Neusilber, Zinn, Zink, Guss- und Schmiedeisen, Stahl, Silber (fein und legiert), Platin, ja feines sowohl als legiertes Gold selbst, sind auf galvanischem Wege gut und schön zu vergolden. Das Vergolden des Goldes kommt mit Vorteil in solchen Fällen zur Anwendung, wo dasselbe sehr geringhaltig ist, oder wo man durch galvanische Vergoldung das sonst übliche Färben der Goldwaren ersetzen will (S. 422). — Messingene Uhrbestandteile pflegt man in den Schweizerfabriken kalt (durch Anreiben) zu versilbern oder zu vergolden — S. 431, 424 — bevor man sie der galvanischen Vergoldung unterwirft.

Die Menge des auf den Gegenständen abgesetzten Goldes steht im geraden Verhältnisse zu der Zeit, während welcher die Vergoldungsflüssigkeit eingewirkt hat; d. i. in 4, 6, 8, 10 Minuten z. B. wird 2, 3, 4, 5mal so viel Gold abgelagert, als in zwei Minuten. Hierdurch ist ein einfaches Mittel gegeben, um auf Grund eines (mit der nämlichen Einrichtung unter ganz gleichen Umständen angestellten) Versuches die Stärke der Vergoldung zu regeln. Das sicherste Verfahren, sich genaue Rechenschaft über die verwendete Goldmenge zu geben, besteht aber im Wägen der Stücke vor und nach dem Vergolden, was ohne Störung des Arbeitsganges geschehen kann, da man sie ohnehin oft aus der Flüssigkeit herausnehmen muss (s. oben). Es ist ein grosser Vorzug der galvanischen Vergoldung, dass man ihr jeden gewünschten Grad der Stärke zu geben vermag: einerseits eine so geringe Dicke wie nach keinem andern Verfahren, anderseits die Stärke der besten Feuervergoldung. Bei angestellten Versuchen hat man auf 1 *qm* von 1,76 bis 37,79 *g* Gold angebracht; die Dicke des Überzuges berechnet sich ungefähr für den erstern Fall zu 0,1 und für den letztern Fall zu 2 *mmm*.

Die galvanischen Goldüberzüge sind dichter als die durch Feuervergoldung erzeugten, sie scheinen aber im ganzen genommen etwas weniger fest zu haften, wiewohl zu einem ganz sichern Urteile in letzterer Beziehung sorgfältige ver-

gleichende Versuche mit ganz übereinstimmenden Vergoldungen beider Art nötig wären, welche noch fehlen. Behandelt man vergoldete Gegenstände in der Kälte oder bei gelinder Wärme in verdünnter Salpetersäure, so löst sich das Gold (wenn die Einwirkung nicht zu heftig gewesen ist) immer in Gestalt kleiner Blättchen von dem Silber, Kupfer, Tombak u. s. w. ab. Diese Blättchen sind auf beiden Seiten goldgelb, wenn die Vergoldung eine galvanische (oder sonst auf nassem Wege erzeugte), dagegen auf der innern Seite mehr oder weniger dunkel gefärbt, wenn sie Feuervergoldung mittels Quecksilber war.

g. Kontakt-Vergoldung. Diesen Namen hat eine Abänderung des galvanischen Vergoldungsverfahrens bekommen, bei welcher zwar ebenfalls eine schwache Elektricitäts-Erregung dem Erfolge zu Grunde liegt, die aber ohne eine besondere Einrichtung auf folgende einfache Weise ausgeführt wird: Man löst 1 Teil Goldchlorid (durch Auflösen des Goldes in Königswasser und Eindampfen zur Trockenheit bereitet), 6 Teile gelbes Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz), 4 Teile kohlensaures Kali (gereinigte Pottasche) und 6 Teile Kochsalz in 50 Teilen Wasser auf, lässt aufkochen und filtert; oder setzt der galvanischen Vergoldungsflüssigkeit (S. 427) auf jedes *kg* 140 bis 180 *g* Kochsalz zu. Die eine oder die andere Flüssigkeit bringt man in ein glasiertes gusseisernes Gefäss, worin sie erwärmt, auch wohl (um schneller zu arbeiten) kochend gemacht wird; dann hängt man den zu vergoldenden Gegenstand hinein und taucht überdies ein Stück Zink in die Flüssigkeit, welches unterhalb deren Oberfläche den Gegenstand berührt. Die Vergoldung erfolgt dann ohne weiteres Zuthun. Hat man ein Gefäss nur auf der Innenseite zu vergolden, so wird es mit der Flüssigkeit gefüllt und ein Zinkstäbchen hineingestellt.

4) Vergolden mit Blattgold. Es kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden, und ist auf Eisen, Stahl, Kupfer, Messing u. s. w. anwendbar, wird jedoch meist nur auf Eisen- und Stahlwaren gebraucht, z. B. auf Säbel- und Degenklingen, Gewehrläufen u. s. w. Das gewöhnliche Verfahren ist folgendes: Man erhitzt das ganz blanke und an den Stellen, welche vergoldet werden sollen, durch Scheidewasser mattgeätzte Arbeitstück, bis es blau anläuft; legt das Blattgold (S. 200) auf, breitet es mittels Baumwolle aus, und überfährt es leicht mit dem Polierstahle. Auf diese erste Schicht kommt eine zweite, dann eine dritte, wohl auch noch eine vierte, jede aus einem Blättchen, bei besseren Arbeiten aus zwei Blättchen Gold bestehend. Nach jeder Schicht bewirkt man das Anhaften des Goldes durch Reiben mit dem Polierstahle, worauf man von neuem erhitzt, um sogleich die folgende Lage aufzutragen. Nach der letzten Schicht giebt man durch stärkere Anwendung des Polierstahles den nötigen Glanz.

Man kann auf diese Weise beliebige Zeichnungen durch die Vergoldung hervorbringen, welche sich auf dem blauen Grunde sehr schön darstellen. Die sogenannte rauhe Vergoldung unterscheidet sich von der eben beschriebenen nur durch zwei Umstände: α. dass man die zu vergoldende Fläche mit einer kurzen und breiten Messerklinge nach allen Richtungen ritzt, um sie rauh zu machen, wodurch das Gold fester haftet; β. dass man wohl zehn bis zwölf Lagen, jede zwei Goldblättchen stark, übereinander aufträgt, teils um die Vergoldung an sich schöner, teils um die Ritzen völlig unsichtbar zu machen. Die Zubereitung der Stangen, woraus der vergoldete Silberdraht gezogen wird (S. 246), muss der Ähnlichkeit wegen hier erwähnt werden.

Wie man aus den zwei angegebenen Verfahrungsarten ersieht, ist ein Zwischenmittel zur Befestigung des Goldes nicht notwendig. Gleichwohl bedient man sich oft auch des folgenden Verfahrens: Die zu vergoldenden, schon vorher ganz blankgemachten Stellen werden mit Bernsteinfirnis so dünn und gleichmässig wie möglich mittels eines Pinsels bestrichen. Nachdem der Firnis in

einem warmen Zimmer so weit getrocknet ist, dass er nur noch sehr wenig klebt, legt man auf denselben das Blattgold in einer Schicht von mehreren Blättchen; drückt es mit Baumwolle an, erhitzt den Gegenstand über Kohlenfeuer oder auf andere angemessene Weise bis zum Blauanlaufen; wischt das Gold an den Stellen, wo es über die Umrisse der Zeichnung hinausragt, weg, und poliert endlich mit dem Polierstahle. — Eine matte Vergoldung auf Eisen, Blei u. s. w. bei Thor-Gittern u. dgl. bringt man dadurch hervor, dass man auf die Ölfarbe, womit solche Gegenstände bestrichen werden, bevor sie ganz getrocknet ist, das Blattgold auflegt und mittels Baumwolle andrückt. Nach dem völligen Trocknen der Farbe ist es sehr fest und dauerhaft angeklebt. — Glänzende Vergoldung auf glatten Flächen (z. B. gegossenen Zink-Buchstaben) ist darzustellen, indem man dieselben poliert, dann mit einem sehr zähen (fadenziehenden) Leinölfirnis bestreicht, diesen mit einem seidenen Lappen oder Baumwolle wieder abwischt, sodass nur ein Hauch davon zurückbleibt; dann mittels eines Pinsels die Goldblätter auflegt und zum Schluss mit dem Blutsteine poliert.

I. Das Versilbern.

Die Metalle, auf welchen Versilberung gewöhnlich angebracht wird, sind: Kupfer, Messing und Tombak. Es versteht sich, dass dieselben vorher mit verdünnter Schwefelsäure oder mit Salpetersäure rein abgebeizt sein müssen. Mit wenigen Ausnahmen sind die Grundverfahrungsarten, welche beim Vergolden angewendet werden, ebenfalls zum Versilbern brauchbar; man unterscheidet demnach auch hier die vier Hauptverfahren.

1) Feuerversilberung, heisse Versilberung. — Sie geschieht entweder mit fertigem Silberamalgam; oder mit einer Mischung, aus welcher sich beim Auftragen auf die Ware erst Amalgam erzeugt; oder endlich ganz ohne Amalgam.

a. Um mit fertigem Amalgam zu versilbern, wird ganz wie bei der Feuervergoldung (S. 419) verfahren, indem man durch Erhitzen des zerkleinerten feinen Silbers mit Quecksilber das Amalgam darstellt, dieses mit Hilfe von Quickwasser aufträgt, über Kohlenfeuer das Quecksilber abraucht, endlich die Versilberung mit dem Blutsteine poliert, insofern dies verlangt wird.

b. Um nach der zweiten Art zu versilbern, verschafft man sich feines Silberpulver, indem man das in Salpetersäure aufgelöste Silber durch hineingestelltes blankes Kupferblech niederschlägt; vermengt 4 Teile dieses mit reinem Wasser gehörig ausgewaschenen Silbers mit 1 Teil ätzenden Quecksilber-Sublimates, 16 Teilen Salmiak, 16 Teilen Kochsalz und reibt das Ganze mit Wasser zu einem Brei, trägt letztern durch Anreiben auf die zu versilbernde Metallfläche, spült mit reinem Wasser ab, trocknet und erhitzt auf Kohlen zum schwachen Rotglühen.

Bei dem Aufreiben des Breies auf das Metall wird durch letzteres das Quecksilber-Sublimat zersetzt und aus demselben Quecksilber abgeschieden, welches sich mit dem Silberpulver verbindet und als Amalgam die Ware überzieht. Durch das nachherige Erhitzen wird das Quecksilber als Dampf weggetrieben. — Statt metallischen Silberpulvers kann auch Chlorsilber angewendet werden, welches man als einen weissen (am Lichte veilchenblau werdenden) Niederschlag erhält, wenn der Auflösung des Silbers in Salpetersäure Kochsalz zugemischt wird. Vorschriften für diesen Fall sind folgende: 8 Teile Chlorsilber, 30 Teile Glasgalle, 30 Teile Salmiak, 30 Teile Kochsalz, 3 Teile Quecksilber-Sublimat; — 2 Teile Chlorsilber, 48 Teile Kochsalz, 48 Teile Zinkvitriol, 1 Teil Quecksilber-Sublimat. Das Verfahren ist übrigens dem obigen gleich. Das Chlorsilber wird von dem in dem nassen Gemenge befindlichen Kochsalze aufgelöst und durch das zu versilbernde Metall unter Abscheidung des Silbers zersetzt, welches sich nun mit dem Quecksilber aus dem Sublimate amalgamiert.

c. Ohne Quecksilber geschieht die Versilberung ebenfalls mittels Chlorsilber, welchem Falle der Erfolg wesentlich darauf beruht, dass durch Einwirkung s zu versilbernden Metalles das Chlorsilber zersetzt, dessen Silbergehalt abschieden und durch die Hitze auf der Metallfläche befestigt wird. Die Mibung der Stoffe zu dieser Versilberung wird ziemlich mannigfaltig abgeändert, id ebenso sind die Verfahren verschieden. Man löst z. B. 50 *g* feines Silber ler so viel legiertes Silber, dass dessen Feingehalt 50 *g* beträgt) in der nötigen enge Scheidewasser auf und schlägt es durch Zusatz von Kochsalz (wovon he an 33 *g*, in Wasser aufgelöst, nötig sind) in Gestalt von Chlorsilber daraus eder. Letzteres wird mit reinem Wasser ausgewaschen. Dann zerstösst man 0 *g* Salmiak, 200 *g* Glasgalle und 200 *g* Kochsalz zu Pulver und reibt dielben nebst dem Chlorsilber und dem erforderlichen Wasser auf dem Reibsteine einem Brei. Von diesem giebt man eine hinreichende Menge zu den Waren, elche versilbert werden sollen, in ein irdenes oder porzellanenes Gefäss und hrt darin mit einem Pinsel um, bis die Gegenstände ganz mit dem Brei übergen sind, worauf man sie behutsam herausnimmt, auf einem Kupferbleche s zum Schmelzen der salzigen Bestandteile des Breies erhitzt, in Wasser abscht und endlich mit Weinsteinauflösung abbürstet oder in einem Fasse heuert. Diese Versilberung muss zweimal oder noch öfter wiederholt werden, n die gehörige Stärke zu erlangen.

Alle bisher (unter a., b., c.) beschriebenen Arten der heissen Versilberung igen den Fehler, dass die Silberlage — besonders wenn sie einigermassen dick — oftmals beim Polieren aufsteigt, d. h. unter dem gleitenden Drucke des olierstahles oder Blutsteines sich vom Metalle ablöst und Blasen bildet. Ein esem Fehler nicht unterworfenes Verfahren ist folgendes, welches überhaupt ne sehr feste und dauerhafte Versilberung giebt: Man befeuchtet die zu verlbernde Ware mit schwacher Kochsalzauflösung und bestreut sie durch ein ines Sieb mit einem pulverigen Gemenge von 1 Teile gefällten Silbers (durch upfer aus der Silberauflösung abgeschieden, S. 430), 1 Teile Chlorsilber und Teilen gebrannten Borax. Die Stücke mit dem daran haftenden Pulver werden nn auf Kohlen rotglühend gemacht, in kochendes Wasser getaucht, worin etwas Veinstein aufgelöst ist, und mit der Kratzbürste gereinigt. Durch diese erste Behandlung hat sich eine Silberdecke gebildet, welche mit dem Metalle wirkich zusammengeschmolzen und in dasselbe eingedrungen ist (daher man sie mit dem Namen S c h m e l z s i l b e r zu bezeichnen pflegt). Um aber die Versilberung zu verstärken, vermengt man das vorhin zum Bestreuen angewendete Pulver mit gleichen Teilen Salmiak, Kochsalz, Zinkvitriol und Glasgalle, reibt alles mit Wasser auf dem Reibsteine zu einem Brei, streicht diesen mittels eines Pinsels recht gleichmässig auf die Ware, macht letztere kirschrotglühend, löscht sie in siedendem Wasser ab und reinigt sie mit der Kratzbürste in kaltem Wasser. Diese zweite Versilberung wird allenfalls noch zwei- oder dreimal wiederholt. Die Stücke sind nach ihrer Vollendung matt, ja gewöhnlich so rauh, dass, um ihnen regelmässigen Glanz zu erteilen, das Polieren mit Stahl oder Blutstein nicht genügt, sondern diesem ein Abschleifen mit feinem Bimssteinpulver vorausgehen muss. Da überdies das Verfahren viel Silber in Anspruch nimmt, so ist es jetzt ausser Gebrauch gekommen, wie die anderen Arten der Feuerversilberung.

2) K a l t e V e r s i l b e r u n g. — Man bedient sich ihrer gewöhnlich, um Thermometer- und Barometer-Skalen, Zifferblättern und manchen kleinen Gegenständen auf eine wohlfeile aber keineswegs dauerhafte Art das silberähnliche Ansehen zu geben; auch werden wohl Arbeiten, welche bereits im Feuer versilbert sind, noch überdies kalt versilbert. Weil die kalte Versilberung durch Reiben des Metalles mit gewissen Gemischen vollbracht wird, so führt das Verfahren den Namen des A n r e i b e n s; es giebt aber mehrere Arten hiervon.

a. Mit 1 Teile gefällten, wohl ausgewaschenen und getrockneten Silberulvers (S. 430) reibt man 2 Teile Weinstein und 2 Teile Kochsalz in einer

Schale oder auf dem Reibsteine zusammen, wobei man zuletzt etwas Wasser zusetzt, um einen ziemlich dünnen Brei zu bilden. Man nimmt ferner mit dem Finger, der in ein Läppchen feiner und dichter Leinwand gehüllt ist, oder mit einer Bürste etwas von dem Brei auf und reibt damit anhaltend die Messing- oder Kupferfläche, bis dieselbe hinlänglich versilbert erscheint, spült das Stück in warmem Wasser gut ab und trocknet es durch Abwischen, zuletzt aber durch gelindes Erwärmen. — b. Man vermengt und reibt zum feinsten Pulver: 3 Teile Chlorsilber, 6 Teile Pottasche, 2 Teile geschlämmte Kreide, 3 Teile Kochsalz; — oder auch nur 1 Chlorsilber, 6 Kochsalz, 6 Weinstein; nimmt etwas davon auf einen mit Wasser benetzten Kork und reibt damit anhaltend das Metall, welches dann abgespült und getrocknet wird. Das Chlorsilber wird auch hier durch das versilberte Metall selbst zersetzt, wie bei der heissen Versilberung (S. 430). — c. Das aus 1 Teile feinen Silbers (durch Auflösen in Scheidewasser und Zusatz von Kochsalz) gewonnene Chlorsilber wird mit 4 Teilen Weinstein, 4 Teilen Kochsalz und der nötigen Menge Wasser zu einem Brei zerrieben. Die bereits im Feuer versilberten und gut gereinigten Gegenstände werden mit dem Brei überpinselt, in Wasser abgespült, mit fein gepulvertem Weinstein abgebürstet, endlich poliert. — d. Man zerreibt aufs feinste und vermengt sehr genau 1 Teil salpetersaures Silberoxyd mit 3 Teilen Cyankalium und 3 Teilen geschlämmter Kreide, nimmt ein wenig von diesem Pulver auf ein nasses wollenes Läppchen und reibt es auf das gereinigte Metall (Kupfer, Messing, Tombak, Neusilber), wäscht letzteres sogleich mit reinem Wasser und trocknet es an Leinwand ab. Diese Versilberung ist von sehr schöner Farbe und kann stets in gutem Zustande erhalten werden, indem man statt des Putzens mit Kreide oder dgl. immer nur das Reiben mit dem gedachten Pulver (einschliesslich Spülens und Abtrocknens) anwendet.

Hier kann auch der falschen Versilberung gedacht werden, durch welche man dem Kupfer und Messing ohne Silber ein, freilich sehr vergängliches, silberartiges Aussehen verleihen kann. Man schmilzt 1 Teil reines Zinn mit 1 Teile Wismut zusammen, rührt 1 Teil Quecksilber hinein und giesst das Ganze auf eine Steinplatte aus. Nach dem Erkalten zerstösst man dieses Gemisch, beutelt es durch das feinste Sieb und vermengt es mit $1\frac{1}{2}$ Teilen fein gepulverter, ebenfalls durchgesiebter Kreide. Um davon Gebrauch zu machen, reibt man dieses Pulver mit einem Lappen auf die blanke Messingfläche. — Etwas besser und dauerhafter wird die falsche Versilberung, wenn man ihr eine gewisse Menge Silber zusetzt, wie z. B. nach folgender Anweisung: In einer Reibschale amalgamiert man 1 Teil zerschnittene Zinnblättchen mit 2 Teilen Quecksilber; dann fügt man, unter fortgesetztem Reiben, 1 Teil gefälltes Silber (S. 430) hinzu und vermengt endlich das Ganze mit 6 Teilen geschlämmter Knochenasche. Wird etwas von dieser Masse mit einem feuchten Lappen auf blankes Kupfer oder Messing gerieben, so erfolgt schnell die Versilberung, welcher man durch Reiben mit einem trockenen Tuche Glanz giebt. Die Arbeit wird beschleunigt, wenn man die Ware vor der Versilberung in eine Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd taucht und dadurch oberflächlich amalgamiert.

3) Nasse Versilberung. — Es gehören hierher:

a. Silbersud. 5 Teile (auch weniger) Chlorsilber werden durch Kochen mit 16 Teilen Kochsalz, 16 Teilen Weinstein und der nötigen Menge Wasser in einem glasierten gusseisernen Kessel aufgelöst; in die kochende Flüssigkeit bringt man die zu versilbernden Gegenstände, welche nach etwa einer Viertelstunde mit dem aus dem Chlorsilber abgeschiedenen Silber bedeckt erscheinen, abgespült und getrocknet werden. — Oder: Gleichviel gereinigter Weinstein und Kochsalz werden durch Kochen in Wasser aufgelöst. Daneben löst man Salmiak bis zur Sättigung in Wasser und in dieser Flüssigkeit Chlorsilber, setzt hiervon ein geringe Menge zu der erstlich erwähnten Auflösung und kocht in dem Gemische die Gegenstände, welche hierauf mit Weinsteinpulver nass abgebürstet, in reinem Wasser gespült, endlich abgetrocknet werden. b. Auch dadurch, dass man die kupfernen oder messingenen Waren mit Quickwasser (S. 420) bestreicht,

ann in salpetersaure Silberauflösung taucht und endlich glüht, entsteht eine Versilberung. Dieses Verfahren nähert sich der Feuerversilberung mit Silberamalgam; denn es erzeugt sich in gewissem Masse ein solches Amalgam durch Verbindung des vom Quickwasser zurückgelassenen Quecksilbers mit dem aus der Auflösung gefällten Silber, worauf durch das Glühen das Quecksilber fortgetrieben wird. Jedoch lässt sich ohne Beihilfe des Quecksilbers ebenfalls versilbern, indem man 1 Teil Silber in 5 bis 6 Teilen Salpetersäure vom Einheitsgewichte 1,25 auflöst, die Auflösung mit der 64fachen Raummenge Wasser verdünnt, die polierten, ganz von Fett und Schmutz freien Kupfer- oder Messingstücke eine halbe Minute lang eintaucht, sie in Wasser abspült, abtrocknet, mit geschlämmter Kreide abreibt, und diese ganze Behandlung (Eintauchen, Spülen u. s. w.) acht- bis zehnmal wiederholt. c. Zu einer Lösung von 1 Teile fein Silber in 2 Teilen Salpetersäure giesst man die Lösung von 9 Teilen Cyankalium in 112 Teilen Wasser, mischt, fügt 2 Teile fein gepulverte Schlämmkreide hinzu und bewahrt diese Versilberungsflüssigkeit vor Licht geschützt auf, also am besten in einer Flasche aus dunkelblauem oder schwarzem Glase. Die zu versilbernden Gegenstände werden in ein Bad aus 1 Teile der wohl umgeschüttelten Flüssigkeit und 1 bis 2 Teilen Wasser getaucht oder damit bestrichen und mit trockener Schlämmkreide abgerieben. d. Eisen, nachdem es vorläufig auf irgend eine Weise verkupfert ist, wird durch einen Draht mit einem Zinkblech verbunden, welches durch Aufreiben von salpetersaurer Quecksilberoxydlösung amalgamiert ist; beides zusammen taucht man dann in eine aus 9 Teilen Cyankalium, 1 Teil kristall. salpetersaurem Silberoxyd und 100 Teilen Wasser bereitete Versilberungsflüssigkeit. e. Vorläufig verzinkte Metallgegenstände sind mit Leichtigkeit in folgender Weise zu versilbern: Man löst 10 Teile salpetersaures Silberoxyd und 25 Teile Cyankalium jedes in 50 Teilen destillierten Wassers, mischt beide Flüssigkeiten und filtert. Daneben mengt man 100 Teile gesiebte Schlämmkreide mit 10 Teilen gepulvertem Weinstein und 1 Teil Quecksilber. Mit diesem Pulver und der Silberauflösung verfährt man ebenso wie mit den Stoffen zu der verwandten Vergoldung (S. 426, d).

f. Galvanische Versilberung, die gegenwärtig fast ausschliesslich angewendete Art des Versilberns, wird auf dieselbe Weise wie die galvanische Vergoldung (S. 427) bewerkstelligt, nur dass statt der goldhaltigen Flüssigkeit eine silberhaltige in Anwendung kommt. Von den verschiedenen empfohlenen Zubereitungen silberhaltiger Flüssigkeit sind folgende anzuführen:

α. Man bringt das aus 16 *g* zwölflötigen (oder 12 *g* feinen) Silbers durch Auflösen in Salpetersäure und Niederschlagen mittels Kochsalz bereitete, mit reinem Wasser gut ausgewaschene Chlorsilber noch feucht in eine Porzellanschale, giesst die Auflösung von 192 *g* gelbem Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz) in 2,25 bis 2,5 *kg* Wasser darauf, fügt noch 128 *g* Salmiakgeist hinzu, kocht das Ganze unter Ersatz des verdampften Wassers mindestens eine Stunde lang, trennt den braunen Bodensatz durch Filtern und verwendet die goldgelbe klare Flüssigkeit. — β. Man löst 15 *g* kristallisiertes salpetersaures Silberoxyd in 0,5 bis 1,75 *kg* Wasser (bei viel Wasser erhält man glänzende, bei wenig Wasser matte Versilberung), und setzt eine in wenig Wasser bereitete Auflösung von 15 bis 30 *g* Cyankalium hinzu, so lange, bis der anfangs entstandene weisse Niederschlag wieder verschwunden ist, filtert und bewahrt die wasserklare Flüssigkeit in gut verstopften Glasflaschen zum Gebrauch auf.

Die galvanische Versilberung ist auf Kupfer, Messing, Tombak, Glockenbronze, Neusilber, Guss- und Schmiedeisen unmittelbar mit gutem Erfolg ausführbar; auf poliertem Stahl und auf Zinn hält sie gewöhnlich nur dann fest, wenn man die Stücke vorher galvanisch überkupfert hat; der Stahl wird noch besser dadurch vorbereitet, dass man ihn in eine Flüssigkeit taucht, welche aus 1 Teil salpetersaurem Silber mit 60 Teilen Wasser aufgelöst, 1 Teil salpetersaurem Quecksilberoxyd ebenfalls mit 60 Teilen Wasser aufgelöst und 4 Teilen Salpetersäure vom Einheitsgewicht 1,375 zusammengemischt ist. Nach dem

Herausziehen wird der Stahl mit Leinwand abgewischt und sogleich in die Versilberungsflüssigkeit gebracht. Für Gegenstände aus legiertem Silber wird die galvanische Versilberung statt des sonst nötigen Weisssiedens angewendet.

Galvanisch versilberte Gegenstände zeigen oft den Fehler, nach einiger Zeit schmutziggelb anzulaufen. Dieser Veränderung wird vorgebeugt, wenn man das frisch versilberte Stück in reichlichem Wasser spült, trocknet, in eine starke Boraxauflösung taucht oder mit Brei aus Boraxpulver und Wasser bedeckt, auf Kohlen (jedoch nicht bis zum Glühen) erhitzt, in sehr verdünnter Schwefelsäure abbeizt, von neuem spült, in Sägespänen abtrocknet und schliesslich auf ein heisses Eisenblech legt. — Schon gelbgewordene Gegenstände erhalten ihre reinweisse Farbe wieder, wenn man (durch Erhitzen in einem Schmelztiegel) verkohlten Weinstein zu feinem Pulver zerreibt, mit Wasser zu einem dicken Brei anmacht, auf das rein abgespülte versilberte Stück aufträgt, den Überzug über Kohlenfeuer trocknen lässt, den Gegenstand in Wasser mit Zusatz von etwas Weinstein erhitzt, in reinem Wasser sorgfältig spült, eine kleine Weile in kochendes Wasser hängt und an der Luft abtrocknen lässt. Ein sehr gutes Mittel zum Auffrischen angelaufener versilberter Gegenstände ist auch Cyankalium in Wasser aufgelöst.

Mittels galvanischer Versilberung hat man auf 1 *qm* Metallfläche von 1,1 bis zu 22,86 und selbst 238,4 *g* Silber befestigt, dessen Dicke hiernach von 0,1 bis 2,2 und beziehungsweise 22 *mmm* etwa betrug. Starke galvanische Versilberung wird für Gegenstände aus Neusilber und Britannia-Metall in grosser Ausdehnung angewendet, vergl. S. 89.

g. Kontakt-Versilberung wird mittels einer silberhaltigen Auflösung auf dieselbe Weise vollführt, wie die Kontakt-Vergoldung (S. 429) in einer Goldauflösung. Die Versilberungsflüssigkeit bereitet man durch einstündiges Kochen von 1 Chlorsilber, 5 Blutlaugensalz, 5 kohlensaurem Kali, 2 Kochsalz, 5 Salmiakgeist mit 50 Wasser, wobei man das verdampfende Wasser ersetzt und zuletzt vom Bodensatze abgiesst oder abfiltert. Beim Gebrauch wird dieselbe erwärmt.

Hierher gehört auch das Verfahren, abgeriebene Stellen von silberplattierter oder versilberter Ware dadurch auszubessern, dass man mittels eines Pinsels die Versilberungsflüssigkeit thunlichst reichlich aufträgt und dann feines Zinkpulver darüber streut.

4) Versilbern mittels Blattsilber.

Schon zur Zeit der allgemeinen Verbreitung des Plattierens (S. 193) sind die mit Blattsilber versilberten Kupferwaren, welche früher oft vorkamen, selten geworden. Auch Eisen wird nur in einzelnen Fällen auf diesem Wege versilbert. Das Verfahren stimmt mit dem überein, welches für die Vergoldung (S. 429) angegeben worden ist. Auch die rauhe Versilberung wird wie die ähnliche Vergoldung hergestellt; man legt jedoch 30, 40, selbst 50 Silberblättchen (in Schichten von je 4 bis 6) übereinander, um der Versilberung gehörige Stärke zu geben. — Die Versilberung der Drähte (S. 247) gehört hierher.

K. Das Verplatinen (Platinieren).

Eisen und Stahl können mittels Äther und einer Auflösung des Platins in Königswasser ebenso verplatint werden, wie es für die ähnliche Art der Vergoldung (S. 426) angegeben ist. Es scheint jedoch nicht, dass hiervon je eine ernstliche Anwendung gemacht worden ist. — Polierter Stahl, poliertes Messing und Kupfer lassen sich auch dadurch mit Platin überziehen, dass man sie (nach Art der kalten Versilberung, S. 431) mit einem angefeuchteten Gemenge von Platin-Salmiak (S. 70) und Weinstein reibt. — Nasse Platinierung ist nach verschiedenen Verfahren ausführbar: a. Platinsud. Man löst dünnes Blech oder feinen Platin-Draht in seinem vierfachen Gewichte Königswasser (aus 2 Teilen Salzsäure vom Einheitsgewichte 1,113 und 1 Teil Salpetersäure von 1,312 bereitet), bringt die Auflösung in einer Porzellanschale zum Sieden und setzt von aufgelöstem kohlensauren Natron vorsichtig und langsam gerade nur so viel zu, dass die Flüssigkeit schwach alkalisch reagiert und sich unbedeutend

zu trüben anfängt. Zum Gebrauche verdünnt man die so bereitete Auflösung mit der sechsfachen Raummenge Wasser, erwärmt sie auf 50 bis 60°, taucht die gut gereinigten und polierten Metallstücke einige Sekunden lang ein, spült dieselben in viel Wasser und reibt sie unverzüglich mit ganz trockenem weichen Leder ab. Poliertes Messing nimmt diese Platinierung am schönsten an; auf Kupfer, Stahl und Argentan gelingt sie auch gut; minder ist dies der Fall mit Eisen, Zink, Zinn, Blei, Silber. — b. Ein anderes Verfahren, durch welches Kupfer, Messing, Tombak spiegelblank platiniert werden, ist folgendes: Man löst 1 Teil Platinsalmiak und 8 Teile gewöhnlichen Salmiak in einer Porzellanschale durch Kochen mit 32 bis 40 Teilen destillierten Wassers auf und legt oder hängt in diese kochende Flüssigkeit die abgebeizten und blankgescheuerten Gegenstände, welche nach wenigen Sekunden wieder herausgenommen, mit geschlämmter Kreide geputzt, abgewaschen und getrocknet werden. — c. Auf folgende Weise können Eisen, Stahl, Kupfer, Messing u. s. w. ebenfalls sehr schnell mit einem dünnen Platinüberzug versehen werden: Man löst 1 Teil Platinchlorid und 1 Teil klaren Honig in 8 Teilen destillierten Wassers, setzt dazu 6 Teile Weingeist und 2 Teile Äther und filtert durch weisses Filterpapier. Die Gegenstände werden sorgfältig gereinigt, gut getrocknet, über einer Lampe (ohne deren Flamme zu berühren) bis nahe an die Rotglut erhitzt und nun schnell in der Flüssigkeit untergetaucht. Gewöhnlich genügt es, sie eine Minute lang eingetaucht zu lassen; nötigenfalls kann aber die Behandlung wiederholt werden, wozu dem neuen Erhitzen ein neues Waschen und Trocknen vorausgehen muss.

d. Galvanische Platinierung. In der einfachen galvanoplastischen Einrichtung gelingt nur die Darstellung äusserst dünner Platinüberzüge, welche dem vorstehenden Platinsude an die Seite zu setzen sind. Stärkere Platinierung lässt sich mittels einer galvanischen Batterie nach dem Verfahren erreichen, welches rücksichtlich der Verkupferung (S. 417) zuletzt angegeben wurde, wobei statt des Kupferbleches am Zinkpoldrahte ein Platinblech angebracht wird. Das Platin lagert sich viel langsamer ab als Gold und Silber. Als Platinierungs-Flüssigkeit kann man eine mit etwas Salmiakgeist versetzte Auflösung von Platinsalmiak in heissem Wasser, oder eine Auflösung von Chlorkaliumplatin in starker Ätzkalilauge gebrauchen; desgleichen die durch Abdampfen eingedickte Auflösung von 1 Teil Platin in Königswasser, welche mit Zusatz von 30 Teilen Kochsalz und 125 Teilen destillierten Wassers eine Stunde lang gekocht, dann gefiltert wird; ferner das kleesaure Platinoxydulkali, welches man erhält, wenn man das von 1 Teil Platin bereitete Platinchlorid in Wasser gelöst durch die Auflösung von 1 Teil Ätzkali fällt, 2 Teile in Wasser gelöste Kleesäure zusetzt und die ganze Mischung erhitzt, bis sie klar geworden und der körnige gelbe Niederschlag (Chlorplatinkalium) wieder verschwunden ist, endlich noch 3 Teile in Wasser gelöstes Ätzkali hinzufügt. — Auch nach dem Verfahren der Kontakt-Vergoldung (S. 429) geht die Platinierung gut von statten, wenn man eine Auflösung von 1 Teil Platinchlorid in 100 Teilen Wasser mit 20 Teilen Kochsalz und etwas Ätznatronlauge versetzt anwendet, einen messingenen oder kupfernen Gegenstand hineinlegt und innerhalb der Flüssigkeit mit einem Stücke Zink in Berührung bringt.

Man kann auf galvanischem Wege mit 200 *mg* Platin 1 *qm* Oberfläche gleichmässig bedecken, was auf eine Dicke des Überzuges von nur etwa 0,001 *mmm* schliessen lässt! Dagegen hat man anderseits auf 1 *qm* 45,38 *g* Platin abgelagert, was eine Dicke des Überzuges von etwa 2,2 *mmm* ergiebt.

L. Das Irisieren.

Durch Erregung eines galvanisch-elektrischen Zustandes der Metalle innerhalb gewisser metallhaltiger Flüssigkeiten erfolgen, indem letztere eine chemische Zersetzung erfahren, die Ablagerungen von fest anhaftenden Metallüberzügen, welche im vorausgegangenen als galvanische Verkupferung, Bronzierung, Vergoldung, Versilberung, Platinierung besprochen worden sind. Mittels eines ganz ähnlichen Vorganges erlangt

man zarte aber dennoch ziemlich dauerhafte Anflüge, welche mit den prachtvollsten Regenbogenfarben schillern und als Verzierung namentlich solcher Gegenstände aus Kupfer, Messing, Tombak u. s. w. angewendet werden, welche vorher eine dünne galvanische Vergoldung empfangen haben. Diese galvanische Metallfärbung, Galvanochromie, Metallochromie erscheint z. B. mit grüner oder purpurroter Hauptfarbe, in welche ein schwächerer Schein von Nebenfarben (gelb, blau, veilchenblau, hellrot) hineinspielt.

Das Verfahren zu ihrer Erzeugung ist kurz folgendes: Man füllt ein aus schwach gebranntem (porigem) Porzellan bestehendes Gefäss mit verdünnter Auflösung von Bleiglätte in Ätzkali, bringt den vergoldeten Gegenstand hinein und setzt das Gefäss in ein Glas, welches sehr verdünnte Salpetersäure enthält. In letztere taucht man ein Platinblech, welches mit dem negativen (Kupfer-) Pole einer schwachen galvanischen Batterie von konstanter Wirkung in leitender Verbindung steht. Den platinenen Schliessungsdraht des positiven (Zink-) Poles nähert man alsdann (jedoch nicht bis zur Berührung) dem in der bleihaltigen Lösung befindlichen Gegenstande. Die Farben erscheinen und wechseln sehr schnell; sie rühren von der Ablagerung einer äusserst dünnen aber fest anhaftenden Schicht Bleisuperoxyd her. — Statt der beschriebenen einfachen galvanischen Kette kann man sich vorteilhaft einer besonderen kleinen Batterie, und statt der Bleiauflösung des schwefelsauren Eisenoxydul-Ammoniaks bedienen, welches letztere schönere und haltbarere Farben (durch Absetzung von Eisenoxyd) erzeugt.[1]) Ausgezeichnet schöne, aber weniger fest haftende Farben entstehen mit einer Auflösung von 4 Teilen Kupfervitriol und 6 Teilen weissem Kandiszucker in 18 Teilen Wasser, welche man bis zur Wiederauflösung des Niederschlages mit starker Ätzkalilauge vermischt hat.

Legt man eine polierte oder mit verdünnter Säure abgebeizte Stahlplatte (Silber-, Gold-, Platin-Platte) in eine Glas- oder Porzellan-Schale, giesst so viel Auflösung von Grünspan in Essig hinein, dass davon die Platte bedeckt ist, und berührt nun einige Sekunden oder Minuten lang die Platte mit dem Ende eines Zinkstäbchens: so bilden sich um die berührte Stelle herum gleichachsige hellere und dunklere Ringe meist von schwachrötlicher Farbe. Je länger das Zink auf der Platte gestanden hat, desto grösser werden die Kreise. Nimmt man nun die Platte heraus, trocknet sie mit reiner weicher Leinwand ab und erhitzt sie über der Flamme einer Weingeistlampe, so überzieht sich plötzlich die vorher einfarbig rötliche Platte mit prachtvollen Farben, nämlich mit der verschiedenartigsten Grundfarbe, auf welcher die durch das Zinkstäbchen berührt gewesenen Stellen wie Pfauenaugen im schönsten Farbenspiele prangen. Die Art der Farben ist von der Temperatur abhängig; sie sind meist goldgelb, blau, orangerot, violett, bronzefarbig. — Nimmt man statt der Grünspanlösung eine Auflösung von Bleizucker, so entstehen etwas anders gefärbte Pfauenaugen mit einem dunklen Flecke in der Mitte. Man kann sonach einige Mannigfaltigkeit in diese Verzierung bringen, indem man die gedachten beiden Auflösungen nacheinander anwendet und in dem Aufsetzen des Zinkstäbchens eine gewisse Ordnung beobachtet. — Die Farben widerstehen einer ziemlich starken Reibung und sind die Folge eines ungemein dünnen Niederschlages von metallischem Kupfer oder Blei, welcher nachher beim Erwärmen bunt anläuft.

Wenn man 3 Gewichtsteile lufttrockenes weinsaures Kupferoxyd mit einer Auflösung von 4 Gewichtsteilen Ätznatron in 48 Gewichtsteilen destillierten Wassers übergiesst und die entstandene tiefblaue Flüssigkeit in der Temperatur von 10° erhält, so wird durch dieselbe eine hineingetauchte Zinkplatte sehr schön und nach der Dauer des Eintauchens verschieden gefärbt: In 2 Minuten violett, 3 Minuten dunkelblau, $4^1/_2$ Minuten grün, $6^1/_2$ Minuten goldgelb, $8^1/_2$ Minuten purpurrot. Das im richtigen Augenblicke schnell herausgezogene, rasch

---

[1]) D. p. J. 1856, **141**, 33.

im Wasser abgespülte und sorgfältig abgetrocknete Blech kann sodann zum Schutz der Farbe gefirnist werden. Zum Gelingen ist nötig, dass das Zink möglichst bleifrei und spiegelblank sei; aus diesem Grunde empfiehlt es sich, dasselbe mit feinem durch schwache Salzsäure benetzten Quarzsande zu scheuern, unverzüglich in Wasser zu tauchen, durch Reiben mit weissem Löschpapier aufs beste abzutrocknen und endlich sofort in die Kupferauflösung zu bringen.

M. Überziehen mit Schmelz, Emaillieren (Verschmelzen).

Man versteht darunter das Verfahren, durch welches Metallflächen ganz oder teilweise mit durchsichtigen oder undurchsichtigen (meistens farbigen) Glasmassen überzogen werden. Jene Glasmassen selbst heissen Email, Schmelz, Schmelzglas. Sie haben zur Grundlage ein farbloses, durchsichtiges, leichtflüssiges Glas (Fluss genannt), welches aus Quarzpulver oder weissem Sande, kohlensaurem Kali oder Natron und Bleioxyd, zuweilen noch mit verschiedenen anderen Zusätzen geschmolzen wird. Fügt man zu diesem durchsichtigen Glase Zinnoxyd, so wird es weiss und undurchsichtig (Email im engern Sinne des Wortes). Sowohl das durchsichtige als dieses mit Hilfe von Zinnoxyd undurchsichtig gemachte Glas kann durch Zusatz verschiedener Metalloxyde auf mannigfaltige Weise gefärbt werden: auf diesem Wege entstehen zahlreiche Arten von farbigem, teils durchsichtigem, teils undurchsichtigem Schmelz.

Zur Bereitung des weissen undurchsichtigen Schmelzes wird 1 Teil Zinn mit 1, 2 bis 6 Teilen Blei zusammengeschmolzen, und die Mischung in einer flachen eisernen Pfanne bei schwacher Rotglühhitze so lange kalciniert, bis sie ganz in eine gelbliche, aus Zinnoxyd und Bleioxyd bestehende Masse verwandelt ist. Diese versetzt man, nachdem sie durch Mahlen und Schlämmen zu feinem Pulver zerkleinert ist, mit weissem Sand (oder Quarzpulver) und gereinigter Pottasche (oder Soda). Die Verhältnisse dieser Zusätze sind sehr verschieden nach dem Bleigehalte des Zinnoxydes und nach dem grösseren oder geringeren Grade von Schmelzbarkeit und Härte, welchen man dem Schmelz zu geben wünscht. Je mehr Kieselerde (Sand oder Quarz) und je mehr Zinnoxyd in der Mischung vorhanden ist, desto schwerflüssiger und härter fällt dieselbe aus; wogegen besonders ein grosser Gehalt an Bleioxyd zwar die Schmelzbarkeit sehr vermehrt, aber die Härte beträchtlich vermindert. Das Schmelzen des Emails geschieht in hessischen Tiegeln.

Die Zusätze, durch welche die verschiedenen Farben des Schmelzes erzeugt werden, sind vorzüglich: Kobaltoxyd zu Blau; Antimonsäure oder antimonsaures Kali zu Gelb; Kupferoxyd oder Chromoxyd zu Grün; Kupferoxydul oder Eisenoxyd oder Goldpurpur zu Rot; Braunstein zu Violett, derselbe in grösserer Menge, nebst Eisenhammerschlag, zu Schwarz u. s. w.

Die Absicht beim Emaillieren ist entweder: eine Metallfläche ganz gleichmässig mit einer darauf geschmolzenen Decke von einfarbigem Schmelz zu versehen (wie bei den Uhrzifferblättern und bei gusseisernen Gefässen), oder nur einzelne Stellen der Arbeitstücke mit Schmelz, oft von verschiedenen Farben, zu bekleiden (wie z. B. bei Dosen, Ringen und anderen Schmuckwaren von Gold, bei Orden u. s. w.). Das Wesentliche des Verfahrens besteht in allen Fällen darin, dass das Email als Pulver, mit Wasser angemacht, auf der zu überziehenden Fläche ausgebreitet, und dann durch einen angemessenen Hitzegrad zum Schmelzen gebracht wird (Einbrennen), worauf es, nach dem Erkalten, als ein glänzender, harter und glatter Überzug an dem Metalle haftet. Zum Einbrennen dient ein Muffelofen, Emaillierofen (I, 198).

Dünne Platten von Kupfer oder anderem Metalle, welche auf einer Fläche ganz mit gleichartigem Schmelz überzogen werden sollen (wie z. B. die Uhrzifferblätter), muss man auf der Rückseite gleichfalls mit Email versehen (Gegen-Email), nicht bloss um die Steifheit zu vermehren, sondern auch um dem Werfen oder Verziehen zuvorzukommen (I, 446). Dickere Gegenstände oder solche, welche nur stellenweise und in geringer Menge mit Schmelz bedeckt werden, können des Gegen-Emails entbehren. Gewöhnlich muss das Emaillieren ganzer Flächen zweimal nacheinander vorgenommen werden, wenn man einen recht gleichförmigen und glatten Überzug erhalten will. — Zum Ausbessern beschädigter Email-Zifferblätter bedient man sich eines harzigen Kittes, der in Farbe und Glanz dem weissen Email ähnlich ist und auf folgende Weise bereitet wird: Man reibt 5 Teile Dammarharz und 5 Teile Kopal (beide in ausgesuchten möglichst farblosen Stücken) zu feinem Pulver, fügt hierzu 4 Teile venetianischen Terpentin und reibt das Ganze mit so viel Weingeist zusammen, dass es einen dicken Brei bildet; dieser wird hierauf durch Reiben mit 6 Teilen feinstem Zinkweiss vermengt, wobei eine äusserst geringe Spur Berlinerblau zugesetzt werden kann, um einen Stich ins Bläuliche zu erhalten. Schliesslich wird durch Erwärmen der Weingeist fortgetrieben und die Masse geschmolzen. — Auf einer weiss emaillierten Fläche kann man mit leicht schmelzbarem Email von verschiedenen Farben malen, indem man diese Emailfarben als zarte Pulver mit Spicköl (von Lavandula Spica Dec.) anreibt, mit dem Pinsel kunstmässig aufträgt und endlich im Muffelofen einbrennt (Emailmalerei, Schmelzmalerei).

Schmuckwaren, welche emailliert werden, bestehen teils aus Gold, teils aus Silber, teils aus Bronze (vergoldetem Tombak). Auf stark kupferhaltigem Golde, auf Silber und auf Bronze verändern manche Arten des Emails bedeutend ihre Farbe und verlieren dadurch an Schönheit; daher lassen sich die genannten Metalle nur in gewissen Farben und fast ausschliesslich mit undurchsichtigem Schmelz bedecken. Gold, welches ganz fein oder wenigstens 0,830 fein ist, eignet sich am besten und im ausgedehntesten Masse zu emaillierten Arbeiten. Über Emaillier-Lot s. m. S. 391. Da gewöhnlich durch die Nebeneinanderstellung verschiedenfarbiger Schmelz-Gattungen eine Zeichnung ausgedrückt werden soll und ein Ineinanderfliessen oder eine ungenaue Begrenzung der Farben dem Ansehen schaden würde: so muss der einer jeden Farbe zukommende Umriss durch eine feine erhabene Einfassung angezeigt sein (Zellenschmelz, *émail cloisonné*). Dadurch entstehen für die einzelnen Teile der Zeichnung flache Vertiefungen, die mit dem zerriebenen Schmelz ausgefüllt werden, worauf man das Einbrennen vornimmt. Die schon erwähnten Vertiefungen werden durch Ausarbeitung mit dem Grabstichel oder durch Prägen des Metalles (S. 281) hervorgebracht, auch wohl durch Auflöten von Golddraht nach den Umgrenzungslinien gebildet; man macht sie oft, um das Anhaften des Emails zu befördern, durch feine Grabstichel-Striche etwas rauh, benutzt aber solche Striche auch, um bei durchsichtigem Email eine Art Schattierung zu erzeugen. Unmittelbar vor dem Auftragen des Emails (wozu man sich eines plattgeschlagenen und zugespitzten Drahtes bedient) werden die Goldwaren gelinde geglüht, in kochendem verdünnten Scheidewasser rein abgebeizt, in Wasser gespült und abgetrocknet. Das Email wird in einem kleinen stählernen Mörser zerstossen und in einer Reibschale von Achat oder Feuerstein mit Wasser zu mässig feinem Pulver zerrieben. Nach dem Einbrennen wird die Schmelzschicht mit einer nassgemachten feinen Feile abgefeilt oder mit feinem Sandstein und Wasser abgeschliffen, dann noch einmal ins Feuer gebracht, um durch Erweichung der Oberfläche wieder Glanz zu erhalten. Den höchsten spiegelnden Glanz erteilt man ihr nötigenfalls durch schliessliches Reiben mit trockenem geschlämmten Tripel oder mit Tripel und Wasser auf einem Lindenholz-Stäbchen; diese Arbeit ist aber langwierig und wird deshalb meist unterlassen.

Dem Zellenschmelz nahe verwandt ist das Niello, eine auf Silberwaren (den bekannten Tula-Dosen u. s. w.) gebräuchliche Verzierung, welche in eingegrabenen oder durch Stahlplatten eingepressten, mit einer Art schwarzer Farbe ausgefüllten Zeichnungen besteht. Die zum Niellieren dienende schwarze Masse wird aus feinem Silber, Kupfer, Blei und Schwefel durch Zusammen-

schmelzen bereitet, nach dem Erkalten gepulvert, mit Salmiakauflösung angemacht und in die eingegrabenen Vertiefungen gerieben, worauf man die wieder rein abgewischten Stücke im Muffelofen bis zum Schmelzen der schwarzen Masse erhitzt, mit Bimsstein vorsichtig abschleift und mit Tripel poliert.

Die Bereitung der Masse wird auf die Art vorgenommen, dass man die drei Metalle (zweckmässig, um Oxydation zu verhüten, mit etwas Borax) in einem Tiegel zusammenschmilzt, das Gemisch in einen mit dem gepulverten Schwefel halbgefüllten Tiegel giesst, neuerdings schmilzt und zuletzt über ein Büschel Reiser in Wasser ausschüttet, um es in Körner zu verwandeln, welche im gusseisernen Mörser leicht zu Pulver gestossen werden können. Das Mengenverhältnis der Zuthaten kann ohne wesentlichen Unterschied des Erfolges ziemlich wandelbar sein, wie nachstehende Vorschriften beweisen:

Silber	1 —	8 —	2 —	3 —	1
Kupfer . . .	1 —	18 —	5 —	5 —	2
Blei	1 —	13 —	3 —	7 —	3
Borax	— —	4 —	1 —	— —	—
Schwefel . . .	— —	96 —	24 —	24 —	12

Das Niello hat vor dem eigentlichen Schmelz den Hauptvorzug, sich inniger mit dem Silber zu vereinigen, weshalb in Niello sehr feine Zeichnungen von höchster Dauerhaftigkeit ausgeführt werden können.

Man legt auch verschieden gefärbten Schmelz ohne solche trennende Dämme, wie bei dem Zellenschmelz angewendet werden, nebeneinander. Zuweilen (selten) sollen die Farben scharf begrenzt sein, in welchem Falle die Schmelzarten nacheinander aufgetragen, bezw. eingebrannt werden, und selbstverständlich verschiedene Schmelztemperaturen haben müssen. In den meisten Fällen will man aber ein Ineinanderfliessen der Farben und verwendet alsdann Emailarten gleicher Schmelzbarkeit.

Das Emaillieren (Glasieren) der gusseisernen Kochgefässe[1]) soll die Verzinnung ersetzen. Da für diesen Zweck das oben beschriebene weisse Email (S. 437) zu kostspielig sein würde, so setzt man ein wohlfeileres aus gepochtem Quarz, Borax, Feldspat, geschlämmtem eisenfreien Thon u. dgl. durch unvollkommenes Schmelzen (Fritten) zusammen; mahlt dasselbe auf der Glasurmühle der Töpfer mit Wasser zu einer Brühe; trägt diese im Innern der Gefässe (welche vorläufig durch verdünnte Schwefelsäure blankgebeizt, mit Sand ausgescheuert, getrocknet und erwärmt sind) durch Eingiessen, Herumschwenken und Überpinseln auf, bestäubt den nassen Überzug mit einer ebenfalls gefritteten (oder geschmolzenen) und fein gepulverten Masse aus Feldspat, Borax, Pottasche u. s. w., und erhitzt endlich in einem Muffelofen zum Glühen, um die Glasur zu schmelzen. Üblicher und besser, aber weitläufiger ist es, die Grundmasse für sich einzubrennen (auf den Geschirren zu schmelzen), dann erst die Deckmasse aufzutragen und ebenfalls einzubrennen.

Nähere Angaben über die Zusammensetzung der Grundmasse und des zum Aufstäuben bestimmten Deckglases. a. Grundmasse: 5 Teile Quarz oder weisser Sand und 3 Teile kristallisierter Borax, in feinster Pulvergestalt gemengt und zur Entwässerung des Borax erhitzt, fein zerrieben, gemahlen, geschlämmt, getrocknet, mit dem Viertel des nunmehrigen Gewichtes weissen Thones trocken verrieben, in Wasser angerührt. Deckmasse: 6 Quarz oder Sand, 3 kristallisierter Borax, 2 kalcinierte Soda zusammengefrittet, zu Pulver gerieben, endlich zu klarem Glase geschmolzen und wieder gepulvert. — b. Grundmasse:

[1]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. Bd. 20, S. 302.
M. Vogelsang, Lehrbuch der Eisenemaillierkunst, Braunschweig 1851.
Z. d. V. d. I. 1880, S. 99.

1 Kalkstein, 1 Gips, 4 Feldspat, 1 Borax. Deckmasse: 3 Quarz oder Sand, 6 gewöhnliches weisses (bleifreies) Glas, 2 Soda, 1 Borax. — c. Grundmasse: 2 Quarzpulver, 1 gebrannter Borax gefrittet; 8 Teile dieser Masse mit 1 Teil weissem Thon nass gemahlen. Deckmasse: 25 weisses Glas, 5 Borax, 4 Soda geschmolzen, nass gemahlen, getrocknet; 45 Teile dieses Pulvers mit 1 Teil Soda in Wasser angemacht, getrocknet, zerstossen. Oder: 100 Porzellanerde, 117 Borax, 35 kalcinierte Soda, 35 Salpeter, 35 zu Pulver gelöschter Kalk, 13 Sand, 50 weisses Glas zusammengefrittet, gepulvert; auf 45 *kg* dieser Masse 1 *kg* Soda, in Wasser aufgelöst, zum Anrühren, wonach der Brei getrocknet und zerstossen wird. — d. Grundmasse: 30 Quarzmehl oder Sand, $16^1/_2$ kristallisierter Borax, 3 reines Bleiweiss miteinander vermengt, geschmolzen, gröblich zerrieben, dann 9 Quarzmehl oder Sand, $8^1/_2$ weisser Thon und $^1/_2$ kohlensaure Bittererde *(Magnesia alba)* zugesetzt und feingemahlen. Deckmasse: $37^1/_2$ Quarzmehl oder Sand, $27^1/_2$ Borax, 30 Zinnasche, 15 entwässertes kohlensaures Natron, 10 Salpeter, $7^1/_2$ kohlensaures Ammoniak, 5 kohlensaure Bittererde zusammen zwei- oder dreimal geschmolzen (bis keine Bläschen mehr in der geschmolzenen Masse sichtbar sind), unter Zusatz von 6 Quarzmehl oder Sand, $3^3/_4$ Zinnasche, $^3/_4$ kohlensaurem Natron und $^3/_4$ kohlensaurer Bittererde vermahlen. e. Grundmasse: 50 *kg* Quarz, fein gemahlen, trocken; 22,5 *kg* Borax, nicht entwässert; 7,5 *kg* Flussspat, fein gemahlen. Diese Mischung wird im thönernen Tiegel gesintert; sie giebt 68,5 bis 69 *kg* gesinterte Masse, welche gepocht wird. Von dem Mehl werden genommen: 16 *kg* und gemischt mit 6,5 bis 12,5 (gewöhnlich 12,5) *kg* Quarz, 4 bis 6,5 (gewöhnlich 4) *kg* grauem Thon und 0,5 *kg* Borax. Diese neue Mischung mahlt man auf der Nassmühle und fügt während des Mahlens 2,5 *kg* Thon und 0,66 *kg* Borax hinzu. Deckmasse: 2,5 *kg* Flussspat, fein gepocht; 1 *kg* gewöhnliches Zinkoxyd; 4,75 *kg* Zinnoxyd, kalciniert; 0,75 *kg* Knochenmehl; 0,03 bis 0,05 *kg* Smalte. Hierzu werden ferner gemischt: 16 *kg* fein gemahlener Feldspat, 9,5 bis 9,75 *kg* nicht entwässerter Borax, 3,25 desgl. Soda, 1,25 bis 1,5 *kg* Kali-Salpeter. Das Ganze wird in einem Tiegel oder Gas-Flammofen[1]) geschmolzen, gepocht und auf der Nassmühle feingemahlen und dabei auf 30 *kg* etwa 0,85 *l* weisser Thon und 0,3 *kg* Zinkoxyd hinzugesetzt.

Das Glasieren schmiedeiserner Gefässe, Röhren u. s. w. kommt seltener vor; man hat aber Verfahrungsarten, um auf denselben ein schönes weisses Email darzustellen[2]), welches freilich teurer ist als das gewöhnliche (etwas grauweisse) der Gusseisengeschirre. Eine nicht schön gefärbte aber haltbare Glasur auf Schmiedeisen und Eisenblech wird aus 260 Teilen zerstossenem Flintglas, 41 Teilen kohlensaurem Natron (kalcinierter Soda) und 24 Teilen Borsäure (nach anderer Angabe: Borax) dargestellt, welche man zusammenschmilzt und in feinstes Pulver verwandelt. Die eisernen Gegenstände werden mit verdünnter Säure abgebeizt, mit Gummiauflösung dünn bestrichen, mit der Deckmasse übersiebt, bei 100 bis 130° getrocknet, in einer Muffel zum Rotglühen erhitzt, bis das Glas geschmolzen ist, endlich vor der freien Luft geschützt der langsamen Abkühlung überlassen.

Es ist auch vorgeschlagen worden, gusseiserne Röhren dadurch im Innern mit einem Glas zu überziehen, dass man den Gusskern (S. 110) vor der Benutzung mit einer geeigneten Glasmischung überzieht.

N. Anstriche.

Unter diesem Namen sollen hier alle nicht metallischen Decken zusammengefasst werden, welche man in mehr oder weniger flüssigem Zustande über die betreffende Fläche ausbreitet und zwar durch Eintauchen oder durch Aufstreichen (I, 613), welche sodann erhärten und durch Anhaften seitens der bedeckten Fläche festgehalten werden. Die Brauchbarkeit dieser Überzüge beruht einerseits auf ihrer Undurchlässigkeit,

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1880, S. 219.

[2]) D. p. J. 1847, **106**, 362.

anderseits auf ihrem Aussehen. Erstere bedingt, dass bei dem Erhärten keine oder doch nur unbedeutende Poren sich bilden, vor allem aber dass keine Risse in den Überzügen entstehen. Dem lässt sich im vorliegenden Falle nur dadurch vorbeugen, dass man für die Decken solche Stoffe wählt, welche nach dem Erhärten sehr elastisch sind.

1) Einlassen mit Farben. Auf billigeren Silberarbeiten, auf unechtem (vergoldetem) Schmuck, ja selbst auf Zinnwaren, bringt man oft farbige Verzierungen an, welche eine unvollkommene Nachahmung des Zellenschmelz sind. Man reibt verschiedene Farben (Bleiweiss, Mineralgelb, Chromgelb, Zinnober, Berlinerblau, Ultramarin, Schweinfurtergrün, Kienruss u. s. w.) mit Kopalfirnis an, und trägt dieselben, mit etwas Terpentinöl verdünnt, mittels eines spitzigen Stiftes in die vertiefte Zeichnung der übrigens ganz vollendeten Metallarbeit. Sie trocknen schnell und haben einen ziemlich schönen Glanz; doch können sie leicht vom Schmelz unterschieden werden durch die grosse Weichheit, durch den Mangel des Glasigen im Ansehen und durch die eingesunkene Oberfläche, welche sie beim Trocknen erlangt haben.

Statt Kopalfirnis kann man Mastix gebrauchen, welcher geschmolzen, mit etwas Spicköl und den Farben vermischt und auf die heisse Arbeit aufgetragen wird, wonach man letztere abschleift, poliert und wieder etwas erwärmt, um den Farben durch flüchtige Schmelzung Glanz zu erteilen. Bei diesem Verfahren entsteht nicht die eingesunkene oder vertiefte Oberfläche, von der zuvor die Rede war.

2) Schwärzen der Eisenwaren. Auf welche Weise kleine Eisengusswaren mit einem schwarzen Überzuge versehen werden, ist S. 135 angeführt worden. Gegenständen von Eisendraht, als: Kettchen, Kleiderhaften, Stecknadeln, Haarnadeln, sowie Nägeln, Schnallen und anderen kleinen geschmiedeten Waren erteilt man einen glänzend schwarzen, firnisartigen Überzug, indem man dieselben durch Begiessen und Umschütteln gleichmässig mit wenig Leinöl benetzt; sie in eine über Flammenfeuer stark erhitzte (jedoch nicht glühende) Pfanne von Eisenblech wirft; wenn sie zu rauchen anfangen, die Pfanne vom Feuer entfernt und umschüttelt, und dieses abwechselnde Erhitzen und Umschütteln so lange wiederholt, bis die schwarze glänzende Farbe erschienen ist. Dann überlässt man die zugedeckte Pfanne der Abkühlung. — Grobe Waren von geschmiedetem Eisen schwärzt man, indem man sie — fast glühend heiss — mit Pech, Talg, Wachs, Horn oder Steinkohlenteer einreibt. Gewehrläufe erhitzt man in einem Feuer von Holzkohlenklein, bis sie blau anlaufen, nimmt sie dann heraus und bestreicht sie mit Fett (Knochenöl); durch Wiederholung dieses Bestreichens unter nötigenfalls erneuertem Erhitzen entsteht zuletzt eine gleichmässige und schöne schwarze Farbe.

3) Anstriche im engeren Sinne des Wortes. Der wesentlichste Teil des zum Anstreichen dienenden Stoffes ist derjenige, welcher den flüssigen Zustand herbeiführt. Für Metalle kommen hierfür in Frage der Ölfirnis (der durch Kochen des Lein-, Hanf-, Nuss- und Mohnöles für sich oder mit Bleioxyd entsteht) und gelöste, bezw. von Natur dünnflüssige Harze. Die durch Lösen in Weingeist, Terpentinöl oder gekochtem Leinöl flüssig gemachten Harze nennt man wohl Harzfirnisse oder Lacke.

Die Harzfirnisse sind voneinander verschieden teils durch die Art der darin enthaltenen Harze, teils durch die Beschaffenheit des Auflösungsmittels. In ersterer Beziehung ist zu bemerken, dass die vorzüglichsten zu Firnissen angewendeten Harze folgende sind: Lackharz oder Gummilack (sowohl Schellack als Körnerlack), Mastix, Sandarach, Elemi, Anime, Dammarharz, Kopal, Bernstein. Nach dem angewendeten Auflösungsmittel zerfallen die Firnisse in drei Klassen: Weingeistfirnisse, welche aus Auflösungen eines oder mehrerer Harze in 85-

bis 90-prozentigem Weingeiste bestehen; — Terpentinfirnisse, bei denen das Terpentinöl zur Auflösung der Harze gedient hat; — fette Firnisse, Öl-Lackfirnisse, welche Auflösungen von Kopal oder Bernstein (zuweilen mit Zusatz anderer Harze) in gekochtem Leinöl (s. oben) sind, und nur zum leichteren Aufstreichen mit Terpentinöl verdünnt werden.

Der Zweck bei dem Gebrauche der Firnisse ist verschieden. Entweder will man mit einem durchsichtigen Firnisse die Oberfläche eines Gegenstandes überziehen, nicht um dieselbe zu verstecken, sondern nur um sie zu verschönern und vor den Einflüssen der Luft, der Feuchtigkeit, vor Schmutz u. s. w. zu sichern (eigentliches Firnissen); oder es ist die Absicht, einen dickeren, dauerhafteren, farbigen Überzug hervorzubringen, unter welchem die natürliche Oberfläche des Körpers nicht mehr zu erkennen ist. In letzterem Fall ist der Firnis nur als Bindemittel und, nach Umständen als glanzgebendes Mittel zu betrachten, während gepulverte feste Stoffe dem Anstrich Körper zu geben haben.

a. Auf Metallarbeiten wird das Firnissen sehr allgemein als ein Mittel angewendet, um feine Gegenstände, besonders aus Messing und Tombak, vor dem Anlaufen durch die Luft, durch das Betasten u. s. w. zu schützen. Manchen Messingwaren sucht man durch das Firnissen zugleich eine schönere, goldähnliche Farbe zu geben, in welchem Falle man sich der sogenannten Goldfirnisse bedient, die auch angewendet werden können, um Waren aus Zinn, aus Weissblech, ja selbst aus Eisen, ein messingartiges oder entfernt goldähnliches Ansehen zu geben.

Wo es nicht auf Verschönerung der Farbe ankommt, kann zum Überziehen messingener Waren ein Firnis aus 1 Teile Schellack und 5 Teilen Weingeist, — oder 1 Schellack, 1 Mastix, 7 Weingeist, — oder 8 Schellack, 2 Sandarach, 1 venetianischem Terpentin, 50 Weingeist, dienen. Weniger gefärbt als diese Schellack-Firnisse, und fast farblos ist folgender Sandarach-Firnis: 12 Sandarach, 6 Mastix, 2 Elemi, 1 venetianischer Terpentin, 64 Weingeist. Goldfirnis mit Weingeist erhält man nach folgenden Vorschriften: 2 Körnerlack, 2 Mastix, 1 Gummigutt, 14 Weingeist; — 2 Körnerlack, 4 Sandarach (oder statt dessen 2 Mastix), 4 Elemi, 2 Gummigutt, 2 Drachenblut, 1 Kurkumewurzel (die auch wegbleiben kann), 45 Weingeist; — 4 Schellack, 4 Sandarach, 2 Mastix, 5 venetianischer Terpentin, 1 Kolophonium, 4 Drachenblut, 4 Gummigutt, 70 Weingeist; — 2 Schellack, 2 Körnerlack, 2 Orlean, 6 Gummigutt, 1 Safran, 15 Weingeist. Um beliebige Abstufungen von Hellgelb und Rötlichgelb zu erhalten, ist es am besten, dass man sich getrennte Auflösungen oder Auszüge der färbenden Stoffe (Gummigutt, Kurkume, Safran, Orlean, Drachenblut, Kochenille, geraspeltes Sandelholz) mit Weingeist bereitet, und diese versuchsweise zu einem aus Schellack oder Körnerlack mit Mastix, Sandarach, Elemi, bereiteten Firnisse zusetzt, bis die gewünschte Farbe erreicht ist. — Im allgemeinen werden zur Bereitung der Weingeistfirnisse die Stoffe gepulvert, mit dem dritten Teile groben Glaspulvers vermengt (um das Zusammenbacken in einen Klumpen zu verhindern), und mit dem Weingeiste in einem gläsernen Gefässe übergossen, worauf man letzteres, mit Papier zugebunden, an einen lauwarmen Ort setzt und von Zeit zu Zeit umschüttelt. Der fertige Firnis wird abgegossen und durch feine, dichte Leinwand gefiltert.

Beim Firnissen werden die gehörig gereinigten, nötigenfalls polierten, und nicht ferner mit blossen Händen berührten Metallgegenstände auf einer von unten durch Kohlenfeuer geheizten Platte so weit erhitzt, dass man sie kaum für einen Augenblick in der Hand leiden kann (etwa 75°); dann streicht man den Firnis mit einem breiten, weichen Haarpinsel behende dünn und gleichmässig auf. Diese Arbeit, sowie das folgende Trocknen, muss an einem staub- und insektenfreien Orte vorgenommen werden, um Verunreinigungen der gefirnisten Gegenstände zu vermeiden. Das Eintauchen in den Firnis, welches bei kleinen Gegenständen oft angewendet wird, giebt nicht leicht einen gleichför-

migen Überzug, wegen der Striemen, welche sich beim Ablaufen des überflüssigen Firnisses bilden.

Wenn man sich statt der Weingeistfirnisse der Terpentinfirnisse bedienen will, so werden dieselben ganz nach den gegebenen Vorschriften bereitet, nur dass statt Weingeist eine gleichgrosse Menge gereinigten Terpentinöles angewendet wird. Beim Auftragen solcher Firnisse verfährt man wie oben; sie trocknen langsamer als die Weingeistfirnisse, sind aber zäher als diese und werden daher durch Reibung nicht so leicht beschädigt. Nebst den oben mitgeteilten Zusammensetzungen kann man folgende zu einem Terpentin-Goldfirnisse benutzen: 8 Körnerlack, 8 Sandarach, 1 Drachenblut, $^1/_{12}$ Gummigutt, $^1/_{16}$ Kurkume, 4 venetianischer Terpentin, 64 Terpentinöl.

Blanke Eisen- und Stahlsachen können durch Bestreichen mit einer Mischung aus 5 Teilen Leinölfirnis und 4 Teilen Terpentinöl, oder mit hellem, durch gereinigtes Terpentinöl stark verdünnten Kopalfirnis, wonach man sie an einem staubfreien Orte trocknen lässt, unter Beibehaltung der Farbe und des Glanzes gegen Rost geschützt werden. Ebenso wird Leinölfirnis allein angewendet, welcher einen mehr oder weniger braungelben durchscheinenden Überzug bildet. — Auch die Auflösung des Wasserglases ist als rostverhindernder Firnis auf Eisen vorgeschlagen worden.

b. Das Lackieren findet bei Gegenständen von schwarzem und verzinntem Eisenblech, Zinkblech, auf gegossenen Zinn-, Zink- und Hartblei-Waren, bei verschiedenem Eisenwerk (als: Kutschenbestandteilen, Maschinenteilen, Vorlegeschlössern u. s. w.) Anwendung. Die Firnisse, welche man dazu gebraucht, sind der fette Kopal- und Bernsteinlack. Die beiden genannten Harze werden vorläufig in einem kupfernen Topfe geschmolzen, bis sie wie Öl fliessen; dann wird heisses, vorher schon ein paar Stunden lang gekochtes Leinöl zugesetzt; die Mischung lässt man (oft mit Zusatz von Mennige, Bleiglätte, Zinkvitriol, um die trocknende Eigenschaft des Firnisses zu erhöhen) einige Zeit kochen, worauf man sie mit heissem Terpentinöl verdünnt und zum Aufstreichen geeigneter macht. Zuweilen werden Mastix, Sandarach, Anime, Asphalt diesen Firnissen zugesetzt.

Der geschmolzene Bernstein ist dunkler von Farbe als der geschmolzene Kopal, daher man sich zu hellen Firnissen vorzugsweise des letzteren bedient. Die Einzelheiten des Firnissiedens und die dabei notwendig zu beobachtenden Vorsichtsmassregeln (teils um das Gelingen zu sichern, teils um Feuersgefahr zu vermeiden) lernt man aus den Schriften, welche ausführlich über diesen Gegenstand handeln; hier sollen nur noch beispielsweise einige Angaben über das Mengenverhältnis der Zuthaten bei verschiedenen Firnissen mitgeteilt werden:

Kopalfirnis: 3,5 *kg* bester Kopal geschmolzen, 2,5 *kg* gekochtes Leinöl hineingegossen; einige Minuten später, wenn die Mischung Fäden zieht, 13,5 *kg* Terpentinöl zugesetzt; durch ein feines Drahtsieb gefiltert und zum Gebrauche aufbewahrt.

Anime-Firnis: 4 *kg* Anime mit 13,5 *kg* Leinöl dickgekocht, dann mit 125 *g* Bleiglätte, 125 *g* Zinkvitriol, 125 *g* Bleizucker und 25 *kg* Terpentinöl vermischt.

Bernsteinfirnis: 6 *kg* Bernstein geschmolzen, $19^1/_2$ *kg* gekochtes Leinöl zugesetzt, dickgekocht, mit 37 *kg* Terpentinöl verdünnt. Der Bernsteinfirnis wird härter und dauerhafter als Kopalfirnis, braucht aber längere Zeit zum völligen Trocknen.

Schwarzer Firnis: Man kocht 58 *kg* rohes Leinöl in einem eisernen Kessel bei gelindem Feuer; setzt 10 *kg* ägyptischen Asphalt, welcher geschmolzen und mit $19^1/_2$ *kg* Leinöl gemischt ist, zu; macht einen gleichen Zusatz noch dreimal, und fügt hierauf, unter Umrühren, allmählich 7 *kg* Mennige, 7 *kg* Bleiglätte und 3 *kg* Zinkvitriol bei. Nach diesen Zusätzen muss die Masse wenigstens vier Stunden lang mässig kochen, bis sie so dick wird, dass eine auf Glas erkaltete Probe sich zwischen den Fingern zu einer harten Pille rollen lässt. Dann löscht man das Feuer aus, setzt nach $1^1/_2$ Stunden 280 *kg* Terpentinöl zu und giesst den Firnis durch ein feines Drahtsieb. Sollte er nach dem

Erkalten zu dick sein, so müsste man ihn von neuem erhitzen und noch mehr Terpentinöl beimischen.

Schwarzer Firnis für Eisenwerk: 48 *kg* Asphalt in einem eisernen Kessel geschmolzen und vier Stunden lang gekocht; in den ersten zwei Stunden 7 *kg* Mennige, 7 *kg* Bleiglätte, 8 *kg* Zinkvitriol und 97 *kg* gekochtes Leinöl zugemischt, das Kochen fortgesetzt, bis eine erkaltete Probe sich zu einem Kügelchen rollen lässt, etwas abgekühlt, und mit 280 bis 300 *kg* Terpentinöl verdünnt. — Einen schlechteren aber wohlfeileren schwarzen Lack, für grobe eiserne Maschinenbestandteile u. dgl., erhält man aus 28 *kg* schwarzem Pech und 28 *kg* geringem Asphalt, welche zusammengeschmolzen, 8 bis 10 Stunden lang gekocht und über Nacht stehen gelassen werden, worauf man das Kochen wieder anfängt, 78 *kg* gekochtes Leinöl zusetzt, nach und nach 10 *kg* Mennige nebst 10 *kg* Bleiglätte beifügt, noch drei Stunden lang kocht und mit 180 bis 200 *kg* Terpentinöl verdünnt.

Das Lackieren des Metalles besteht wesentlich darin, dass man den Gegenstand mit einer beliebigen, in Kopal- oder Bernsteinlack angeriebenen Farbe überstreicht, und darüber, zur Hervorbringung des Glanzes, reinen Kopallack (ohne Farbe) aufträgt. Die Anstriche beider Arten werden einigemal wiederholt (I, 612); aber immer muss eine Lage völlig getrocknet sein, bevor man eine neue giebt. Da die fetten Lackfirnisse bei der gewöhnlichen Temperatur sehr langsam trocknen, so bringt man sie in eigene Trockenstuben oder Trockenöfen, welche auf 50 bis 75° C. geheizt werden. Um die Glätte der Lackierung zu erhöhen, die Spuren der Pinselstriche wegzuschaffen und einen spiegelartigen Glanz hervorzubringen, wird der völlig getrocknete Lack geschliffen und poliert. Das Schleifen geschieht durch Abreiben mit Hutfilz, auf welchen feingeschlämmtes Bimssteinpulver nass aufgetragen wird; zum Feinschleifen oder Polieren wendet man, nachdem die geschliffene Firnisfläche mit vielem Wasser abgewaschen und wieder getrocknet ist, geschlämmten Tripel mit Baumöl auf Filz oder weichem Wollentuch an, zuletzt aber trocknen Haarpuder (pulverige Weizenstärke) auf einem alten seidenen Tuche oder auf der flachen Hand, wodurch der Rest des Öles weggenommen und der höchste Glanz hervorgebracht wird.

Auf Eisenwerk geht dem Anstreichen (sowohl des Lackes als auch anderer Farbschichten, die sofort besprochen werden) das Grundstreichen oder Grundieren voraus, welches mit Mennige, Bleiweiss, Grünspan oder fein aufbereitetem thonigen Roteisenstein (Eisenmennige), in Leinölfirnis abgerieben, geschieht. Zink ist am besten mit Zinkweiss zu grundieren.

Um z. B. Gegenstände aus schwarzem oder verzinntem Eisenbleche zu lackieren, werden dieselben erwärmt und drei- oder viermal mit einer schwarzen Grundfarbe aus Umbra, Kienruss, etwas Bleiweiss und Kopal- oder Bernsteinfirnis überstrichen. Bei flachen Gegenständen (Kaffeebrettern u. dgl.) trägt man die nämliche Farbe auch auf die untere oder äussere, wenig in die Augen fallende Fläche, welche nicht lackiert wird. Jeder Anstrich wird in der Wärme getrocknet; nach dem letzten aber schleift man mit geschlämmtem Bimsstein. Dann wird die eigentliche Farbe, mit Kopalfirnis angemacht, drei-, vier-, auch wohl bis sechsmal aufgestrichen, und wieder jede Lage für sich getrocknet. Als Farbstoffe gebraucht man hierbei: Bleiweiss, Kreide, Ocker, Mineralgelb, Chromgelb, Schmalte, Berlinerblau, Ultramarin, Chromgrün, Schweinfurter Grün, Zinnober, Mennige, Bolus, Englischrot, Umbra, Beinschwarz, Frankfurter Schwarz, Kienruss u. s. w., auch einige Lackfarben, wie

Krapplack, Schüttgelb u. s. w. Sind die Farbenanstriche beendigt, so schleift man abermals mit Bimsstein, poliert mit Tripel, und trägt nun schliesslich, um den Glanz zu geben, zwei Lagen reinen Kopalfirnis auf, der nach dem Trocknen in der Wärme gleichfalls mit Bimsstein geschliffen, mit Tripel und zuletzt mit Stärke poliert wird. — Malerei wird vor dem Auftragen des Firnisses auf der geschliffenen Fläche ausgeführt, wozu man sich gewöhnlicher Pinsel und der verschiedenen, mit Kopallack angeriebenen Deckfarben bedient, welche oben genannt sind. Zur Vergoldung wird Muschelgold (S. 201) mit Kopalfirnis gleich einer Farbe angewendet; oder man bemalt die Stellen so dünn wie möglich mit roter (für Versilberung mit weisser) Firnisfarbe — auch wohl mit einer Auflösung von Kautschuk in Terpentinöl, worin geschmolzener Kopal (Kopalkolophonium) durch Wärme aufgelöst ist — und legt, bevor diese ganz getrocknet ist, mittels eines langhaarigen breiten Pinsels Blattgold (oder Blattsilber) auf, welches dadurch fest angeklebt wird. Schattierung auf vergoldeten Zeichnungen bringt man mit einem hellen, durch Drachenblut rötlich gefärbten Kopalfirnisse hervor. Unter Umständen thun kleine und dünne polierte Perlenmutter-Blättchen, unter dem Glanzanstrich in den Lack eingelegt, durch ihr Farbenspiel gute Wirkung. Kupferstich-Abdrücke oder Lithographien werden, gleich der Malerei, unter dem durchsichtigen Firnis-Anstriche angebracht. Man überzieht die geschliffene farbige Fläche mit klarem Kopalfirnisse, benetzt auch die rechte Seite des mit Wasser feuchtgemachten und dadurch erweichten Kupferstiches mit diesem Firnisse, legt das Blatt mit der bedruckten und gefirnissten Seite auf die Ware, und drückt es sorgfältig überall an. Ist der Firnis trocken geworden, so hat sich die Farbe des Kupferstiches fest mit demselben verbunden, und das Papier kann nun durch vorsichtiges Reiben mit einem nassen Läppchen, zuletzt mit dem Finger, beseitigt werden, worauf man wie gewöhnlich zur Vollendung Kopalfirnis aufträgt. Ein einfacheres Verfahren zur Anbringung gedruckter Bilder besteht darin, dass man den auf höchst dünnes (sogenanntes Seiden-) Papier gemachten Druck mit der Rückseite auf die noch klebrige Lackierung andrückt und ohne weiteres dann den durchsichtigen Glanzfirnis darüber setzt, welcher das Papier so durchsichtig macht, dass sein Vorhandensein nicht bemerkt wird.

Bei Waren, auf deren Bearbeitung weniger Sorgfalt verwendet wird, lässt man die oben erwähnte schwarze Grundfarbe weg, und trägt unmittelbar auf das Metall diejenige Farbe, welche der Gegenstand zeigen soll. — Auf Zink (besonders Blech) hält die Lackierung, sowie überhaupt jeder Anstrich besser, wenn man vorläufig die Fläche mit verdünnter Salzsäure bestreicht und wieder trocken werden lässt; dabei entsteht nicht nur eine gelinde Rauhigkeit, sondern bildet sich auch festhaftendes basisches Chlorzink, welches die Vereinigung des Anstrichs mit dem Metalle vermittelt. Zu demselben Zwecke ist auch eine Auflösung von 1 Teil Kupferchlorid, 1 Teil salpetersaurem Kupferoxyd, 1 Teil Salzsäure und 64 Teilen Wasser empfohlen, wodurch das Zink anfangs schwarz, nach 12 bis 24 Stunden aber schmutziggrau wird. Um Ölfarbenanstriche auf Zink gut haftend herzustellen, soll es schon hinreichen, die Gegenstände zur Erzeugung einer dünnen Oxydhaut einige Zeit der Witterung auszusetzen und unter die Farbe etwas Wachs zu verreiben. — Eisenwerk, welchem man durch das Lackieren mehr einen schützenden Überzug als eine eigentliche Verschönerung erteilen will, überstreicht man nur ein- oder zweimal mit Bernsteinfirnis (der eine dunkelbraune Bedeckung giebt) oder mit einem der (S. 443, 444) angeführten schwarzen Firnisse. Dass hierbei ebensowenig von einer besonderen Grundfarbe oder einem Glanzfirnisse, als von Schleifen und Polieren der Anstriche die Rede ist, versteht sich von selbst. — Messingsachen kann man schwarz überziehen, indem man sie mit Bernsteinfirnis, dem Lampenruss zugesetzt ist, dünn bestreicht, und dann so lange erhitzt, bis alle flüchtigen Teile weggetrieben sind.

c. Einige andere Anstriche. Grosse gusseiserne Maschinenbestandteile u. dgl. streicht man nicht selten mit heissem Steinkohlenteer an, in welchen gepulvertes Reissblei eingerührt ist. Soll hierbei ein vollständiger Schutz gegen Rosten erzielt werden, so ist die vorhergehende Erzeugung einer dünnen

Quecksilberschicht (durch Reinigen des Eisens mit Salzsäure, Eintauchen in mit etwas Salzsäure vermischte Kupfervitriollösung und hierauf in eine Lösung von Quecksilbersublimat) ein empfehlenswertes Mittel.[1]) — 1 Teil Asphalt (Judenpech) und 1 Teil Kolophonium, beide gröblich zerstossen und zusammen mittels der Hitze in 8 Teilen Kienöl aufgelöst, geben einen guten schwarzen Anstrich für grobes Eisenwerk; derselbe kann nötigenfalls beim Auftragen durch Zusatz von noch etwas Kienöl verdünnt werden. — Erdteer, den man in einem Kessel durch Abdampfen von einem Teile seines Ölgehaltes befreit, dann heiss auf das ebenfalls erhitzte Eisen streicht, ist ein sehr zäher und haltbarer Überzug, welcher allen Unbilden der Witterung widersteht und zur Verschönerung mit einer beliebigen Ölfarbe gedeckt werden kann. Gusseiserne Wasserleitungsröhren pflegt man in- und auswendig zu teeren, was am besten durch Eintauchen geschieht. — Schmiedeiserne Brücken hat man mit Bleiweissfarbe auf folgende Weise überzogen: Zuerst wird das Eisenwerk abgekratzt, mit Drahtbürsten und endlich mit scharfen Borstenbürsten sorgfältig gereinigt; dann streicht man alle Fugen, Vertiefungen, Risse u. s. w. mit Kitt von Mennige, Bleiweiss und Leinölfirnis aus, und bürstet nach dem Trocknen desselben abermals. Hierauf giebt man mit Pausen von 8 bis 14 Tagen vier Anstriche einer aus 560 Teilen reinem Bleiweiss, 133 Teilen rohem Leinöl, 18 bis 36 Teilen ohne Bleiglätte gekochtem Leinöl und etwa 18 Teilen Terpentinöl bereiteten Farbe. Der vierte Anstrich wird im frischen Zustande mit feinem trockenen weissen Sande gleichmässig bestreut. — 1 Teil Guttapercha, 2 Teile Kolophonium und 1 Teil Schellack in 17 Teilen gereinigtem Steinkohlenteeröl mittels Wärme (70 bis 75°) aufgelöst und mit beliebigen Farbstoffen versetzt, geben einen guten Anstrich für Maschinenteile. — Eisernen Öfen, welche durch Einbürsten von Graphitpulver auf gewöhnliche Weise geglänzt sind, kann man mittels Wasserglasauflösung und geeigneter Farbstoffe — gebrannten Ockers, Kolkothar, Ultramarin, Zinkweiss, Bronzepulver (S. 203) — haltbare Anstriche geben, wobei sie aber so heiss sein müssen, dass die Flüssigkeit augenblicklich verdampft, ja während des Aufstreichens zischt. Für Öfen, die schwarz bleiben sollen, ist ein brauchbarer Anstrich aus 10 Teilen gemahlenem Graphit, 10 Teilen Kienruss, 3 Teilen Kolophonium in 27 Teilen Weingeist von 90% aufgelöst, zu bereiten und statt des trockenen Graphitpulvers anzuwenden. — Um eiserne Gegenstände gegen Rost selbst in Seewasser zu schützen, wird zweimaliges Anstreichen mit einer aus 4 Teilen sehr feinem Ziegelmehl, 1 Teil Bleiglätte und der nötigen Menge Leinölfirnis breiartig angeriebenen, durch Terpentinöl verdünnten Farbe empfohlen. — Neuerlich ist als ein vorzüglicher (weit besser als die Mennig- und Bleiweissfarbe den Rost des Eisenwerks verhindernder) Anstrich, die sogenannte Diamantfarbe, in Gebrauch gekommen, welche aus feingemahlenem Graphit und Leinölfirnis besteht. — Der sogenannte galvanische Anstrich ist bestimmt, das Galvanisieren oder Verzinken (S. 412) bei solchem Eisenwerk zu ersetzen, welches dieser Zubereitung nicht unterworfen werden kann. Er besteht aus sehr feinem Pulver von metallischem Zink, welches mit Leinölfirnis angemacht wird, und dem man einige färbende Stoffe (z. B. Kolkothar) zusetzen kann; seine Tauglichkeit scheint einigem Zweifel zu unterliegen.

Aus Draht gemachte Gegenstände, wie Vogelkäfige u. dgl., mit Ölfarbe anzustreichen ist eine sehr zeitraubende Arbeit, zumal wenn man darauf hält, die Farbe gehörig dünn und gleichmässig aufzutragen. In diesem Falle kann eine Schleudermaschine vorteilhafte Anwendung finden. Auf einer 1,8 m im Durchmesser haltenden wagerechten Scheibe sind vier mit Deckel zu verschliessende Blechkästen angebracht. Nachdem die Gegenstände in ein tiefes mit Farbe gefülltes Gefäss getaucht und wieder herausgezogen sind, lässt man sie eine kleine Weile abtropfen, legt oder hängt sie sofort frei in die erwähnten Kästen und schliesst deren Deckel; hierauf dreht ein Arbeiter mittels Kurbel und einfachen Riemscheiben-Vorgeleges die Scheibe ein paar Minuten mit grosser Geschwindigkeit um, wodurch aller Überfluss von Farbe abgeschleudert wird.

---

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1868, S. 465.

4) Bronze-Anstriche. Eine metallisch aussehende Bronzierung von gelber oder roter Farbe bringt man auf gegossenen Eisen- oder Zinnwaren durch fein zerriebenes Tombak und Kupfer hervor (gelbe, rote Bronze, S. 202, 203). Das Pulver zur roten (sog. Kupferbronze) kann man auch durch Zerreiben des aus einer Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd mittels blanker Eisenstücke niedergeschlagenen Kupfers gewinnen. Die zu bronzierenden Gegenstände werden mit Ölfarbe angestrichen, und wenn diese so weit getrocknet ist, dass sie nur noch wenig klebt, streut man das Metallpulver auf und reibt es mit einem weichen Leinwandbausche ein. Auch kann man die metallischen Pulver mit Leinölfirnis anmachen und dann mittels des Pinsels gleich einer Farbe aufstreichen.

Auf messingenen Waren, sowie auf Gegenständen, welche aus Eisen, Zinn, Blei oder einer Mischung von Blei und Antimon (sogenanntem Hartblei) gegossen sind, wird oft ein die antike Bronze unvollkommen nachahmender Farben-Anstrich angebracht. Man reibt nämlich Berlinerblau, Kolkothar, Umbra und hellgelben Ocker (oder: Indig, Berlinerblau, Mineralgelb und Grünspan) einzeln mit Leinölfirnis auf dem Reibsteine ab, mischt diese verschiedenen Farben in solchem Verhältnisse, dass die beabsichtigte Schattierung von Grün entsteht, und streicht sie mittels eines weichen Pinsels zwei- oder dreimal auf. Die Ähnlichkeit mit wirklicher Bronze erhöht man durch das sogenannte Aufhöhen, welches darin besteht, dass man auf die hervorragendsten Stellen des Gegenstandes ein gelbes oder rotes metallisches Pulver in geringer Menge aufträgt, um den Schein hervorzubringen, als seien diese Stellen abgerieben und schimmerte hier die Metallfarbe hervor. Man gebraucht für den angegebenen Zweck geriebenes Metallgold (S. 202) oder Kupferbronze (S. 203), von welchen man ein wenig auf die mit Leinölfirnis benetzte Fingerspitze nimmt und auf den beliebigen Stellen des völlig trockenen grünen Anstriches verreibt.

Um Messingwaren grün zu bronzieren, vermischt man 80 Teile starken Essigs mit 1 Teil Mineralgrün, 1 Teil roher Umbra, 1 Teil Salmiak, 1 Teil arabischem Gummi und 1 Teil Eisenvitriol, fügt 4 Teile Avignon-Beeren oder Kreuzbeeren hinzu, lässt das Ganze sieden und seiht es nach dem Erkalten durch. Die Flüssigkeit wird mit einem Pinsel auf die in verdünntem Scheidewasser abgebeizten Waren gestrichen. Sollte die davon erzeugte Farbe nicht dunkel genug ausfallen, so erwärmt man das Stück, bis man es kaum in der Hand leiden kann, und streicht nachträglich Weingeist auf, in welchem feinstes Lampenschwarz eingerührt ist. Zuletzt wird ein Anstrich von Weingeistfirnis gegeben. — Ein anderes Verfahren zur grünen Bronze auf Messing ist folgendes: Der Auflösung von 8 Teilen Kupfer in 16 Teilen Salpetersäure (Einheitsgewicht 1,26 bis 1,30) setzt man 160 Teile Essig, 3 Teile Salmiak und 6 Teile Hirschhorngeist zu. Hat die Mischung an einem warmen Orte einige Tage leicht verstopft gestanden, so kann sie gebraucht werden. Man bestreicht damit die Arbeitstücke, lässt sie in der Wärme trocknen, trägt Leinöl sehr dünn mittels des Pinsels auf und trocknet wieder in gelinder Wärme. — Besteht der zu bronzierende Gegenstand aus Kupfer, so wird er vorläufig nur mit verdünnter Salpetersäure blankgebeizt oder mit Bimssteinpulver geputzt; ist er von Messing, so verkupfert man ihn überdies durch Eintauchen in eine Kupfervitriolauflösung. Dann bestreicht man denselben mittels eines Pinsels etwa 2 *mm* dick mit einem Gemenge aus 15 Teilen Blutstein und 8 bis 10 Teilen Reissblei, welche man als feines Pulver mit Weingeist zu steifem Brei angemacht hat. Wird nach zwei Tagen der getrocknete Überzug abgebürstet, so zeigt sich die Metallfläche bronziert, und zwar desto dunkler, je grösser das Verhältnis des Reissbleies in dem Gemenge gewesen ist, da die Wirkung einfach auf einer Anhaftung feinster Blutstein- und Reissblei-Teilchen beruht. Auch Reissblei allein kann auf

die angezeigte Weise angewendet werden und giebt eine rot-braune Bronzierung; desgleichen Kienruss, womit eine gelblich-braune Farbe entsteht.

Feine Metallspäne haften, wenn nur die Vorbedingungen für das Verbinden erfüllt sind (I, 443; vergl. auch kalte Versilberung S. 431) ohne ein Bindemittel. So werden rohe Eisengüsse (z. B. Verzierungen eiserner Öfen u. s. w.) gelb oder rot bronziert — dünn mit Messing oder Kupfer bekleidet, — indem man sie mit einer nassgemachten Kratzbürste von Messing- oder Kupferdraht so lange bürstet, bis sie trocken und genügend gefärbt sind. Damit die Bürste eine zu kräftigem Reiben geeignete Steifheit hat, muss sie aus Draht von der Stärke einer mittelfeinen Stricknadel (etwa 0,7 *mm*) gemacht werden. Die natürliche Rauhheit der Gussoberflächen nimmt Metallstäubchen ab, welche sich unter dem Drucke fest an das Eisen hängen.

VI. Abschnitt.

ıreibung der zur Erzeugung einiger Metallwaren gebräuchlichen Gesamt-Arbeitsverfahren.

1. Nägel.[1]

Die Nägel sind von sehr grosser Mannigfaltigkeit: teils nach dem le, woraus sie bestehen, teils nach der Verfertigungsart, teils endach ihrer Gestalt und nach dem Gebrauche, der von ihnen gemacht Man verfertigt Nägel aus Schmiedeisen, Gusseisen, Kupfer, Messing, Silber und Gold; sie werden entweder gegossen oder geschmiedet, aus Blech, Walzeisen, Draht verfertigt, oder aus mehreren Teilen mengesetzt.

A. Eiserne Nägel.

Die gangbarsten Nägel-Arten sind folgende: Schiffnägel, Mühlnägel, ennägel, für Zimmerleute zum Schiff-, Brücken- und Mühlenbau, deren 12 bis 30 *cm* und darüber (sogar 60 bis 120 *cm*) beträgt; von den grössten das Stück 0,5 *kg* und mehr, bei 25 *cm* Länge das Tausend 200 bis 300 *kg*, *cm* das Tausend ungefähr 150 *kg*, bei 20 *cm* 120 *kg*, bei 17 *cm* 75 *kg*, *cm* 45 *kg*, bei 12 *cm* 30 bis 33 *kg*. Alle diese grossen Nägel sind quah oder flach und haben pyramidenförmige, mit 4 oder 8 Hammerschlägen ete Köpfe, auf welchen ebensoviele Abdachungsflächen zu sehen sind. — nnägel, Fussbodennägel, zum Befestigen der hölzernen Fussböden, atisch oder flach im Schafte, pyramidenförmige Köpfe, Flachköpfe, Quer- und Düker, 9 bis 11 *cm* lang, tausend Stück 10 bis 15 *kg* wiegend. — nnägel, von denselben Verschiedenheiten der Gestalt, 8 bis 9 *cm* lang, ausend = 7,5 bis 10 *kg*. — Halbe Lattennägel, den vorigen in der t gleich, 7 *cm* lang, tausend = 6 bis 7,5 *kg*. — Brettnägel, Spund-, Dielennägel, Verschlagnägel, flach oder quadratisch, pyramidenför- Köpfe, Flachköpfe, Querköpfe und Düker, 6 bis 7 *cm*, tausend = 4 bis — Halbe Brettnägel, halbe Spundnägel, 5 *cm*, tausend = 2 bis . — Schindelnägel, quadratisch, statt eines Kopfes dient das dicke, auf 6 *mm* lang flachgeschlagene Ende, welches sich beim Einschlagen in die leln umbiegt; 5 bis 8 *cm*, tausend = 1,5 bis 2,5 *kg*. — Schlossnägel, atisch, Flachköpfe und Düker, 3 bis 4 *cm*, tausend = 1 bis 2 *kg*. —

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1840, Bd. 10, S. 325 m. Abb.; 1865, Erngsband 4, S. 383 m. Abb.

Halbe oder kleine Schlossnägel, Rahmennägel, 2,5 *cm*, tausend = 0,75 bis 1 *kg*. — Schiefernägel, zum Aufnageln der Schieferplatten beim Dachdecken, quadratisch mit Querköpfen: grosse, 4 *cm* lang, tausend = 1,5 *kg*; kleine, 3 *cm*, tausend = 1 *kg*. — Tünchernägel, Rohrnägel, quadratisch, Flachköpfe und Düker, 3 *cm*, tausend = 0,75 bis 1,25 *kg*, gegenwärtig durch Drahtstifte verdrängt. — Hufnägel oder Kleppernägel, flach, mit Köpfen verschiedener Gestalt, 3 bis 7 *cm*, tausend = 2 bis 6 *kg*; — Bleinägel, zum Aufnageln bleierner Platten u. s. w., quadratisch, mit sehr grossen, runden, flachen Köpfen, welche auf der untern Fläche vier Zäpfchen oder Warzen besitzen, um mittels derselben fester im Blei zu halten: grosse Bleinägel, 3,5 *cm*, tausend = 3,5 *kg*; mittlere, 3 *cm*, tausend = 2,25 *kg*; kleine, 2 *cm*, tausend = 1,5 *kg*. — Kreuznägel, quadratisch, mit runden (gewölbten) Köpfen, deren obere Fläche mit drei sich im Mittelpunkte durchkreuzenden erhabenen Strichen verziert ist, zum Beschlagen von Koffern u. dgl., 1 *cm* lang, tausend = 1 *kg*. — Koffernägel, zu demselben Gebrauche und von der nämlichen Gestalt, nur dass der Kopf glatt ist, 2 bis 2,5 *cm* lang, das Tausend = 1 *kg*. — Kratzennägel oder Kardätschennägel, zum Aufnageln der Beschläge bei Woll- und Baumwoll-Kratzmaschinen, quadratisch, flachköpfig, 8 bis 9 *mm* lang, tausend = 0,2 bis 0,25 *kg*. — Sattelnägel, Sattelzwecken, für Sattler, quadratisch, Flachköpfe und Düker, 27 *mm*, tausend = 0,5 bis 0,88 *kg*. — Halbe Sattelnägel, quadratisch, flachköpfig, 18 *mm* lang, tausend = 0,5 *kg*. — Schuhnägel, Piffel, von sehr verschiedener Grösse und Gestalt, insbesondere: Absatznägel, quadratisch, 18 bis 21 *mm*, tausend = 0,75 bis 2,75 *kg*; Sohlennägel, quadratisch, 6 bis 12 *mm*, tausend = 0,25 bis 1,25 *kg*. — Schusterzwecken (mit welchen die Schuhmacher das ausgespannte Leder auf den Leisten befestigen), ungefähr 25 *mm* lang, rund und scharfspitzig, mit einem kleinen flachen Kopfe, der sehr dick ist und fast ohne auffallenden Absatz in den Schaft sich verläuft; sie werden aus Stahl oder hartem, stahlartigen Eisen verfertigt und nach dem Schmieden durch Ablöschen in Wasser gehärtet. — Absatzzwecken (womit die Schuhmacher den Absatz eines Schuhes oder Stiefels während der Arbeit befestigen), 7 *cm* lang, rund und pfriemenförmig, mit einem würfelförmigen Kopfe. — Den Namen Zwecken (Zwicken) führen auch die Schuhnägel (Sohlen- und Absatznägel) mit kleinen und dicken flachen Köpfen. — Absatzstifte, Formstifte, quadratisch, ohne Kopf, jedoch am dicken Ende gerade abgehauen, 1 bis 4 *cm*, tausend = 0,12 bis 0,5 *kg*. — Stipernägel, quadratisch und flachköpfig, 1 bis 2 *cm*, tausend = 0,25 bis 0,38 *kg*. — Stossnägel, quadratisch, mit grossen und dicken pfeilförmigen Köpfen: grosse, 2,5 *cm* lang, tausend = 2 *kg*; kleine, 1,5 *cm*, tausend = 1 *kg*. — U. s. w.

Diese Gattungen geschmiedeter Nägel sind grösstenteils in den Hintergrund gedrängt durch aus Blech, Walzeisen oder Draht mittels besonderer Maschinen erzeugte Nägel, welche ähnliche Abmessungen haben und im allgemeinen dieselben Gattungsnamen führen, nicht selten aber lediglich durch Länge, Dicke u. s. w. benannt werden.

Eine Folge englischer, starker geschnittener Nägel möge hier angeführt werden; die angegebenen Längen schliessen den Kopf des Nagels nicht mit ein.

Länge, *mm*	1000 Stück = *kg*	Länge, *mm*	1000 Stück = *kg*
20	0,36	75	7,05
24	0,51	86	13,7
27	0,81	96	20,6
32	1,19	110	27,0
37	1,38	124	32,5
44	2,08	147	49,0
50	2,66	170	64,0
65	5,25		

Über die Abmessungen und Gewichte der gebräuchlichen eisernen Drahtnägel oder Drahtstifte giebt die folgende Zusammenstellung einigen Anhalt:

Länge, *mm*	Dicke, *mm*	1000 Stück = *kg*	Länge, *mm*	Dicke, *mm*	1000 Stück = *kg*	Länge, *mm*	Dicke, *mm*	1000 Stück = *kg*
6	0,6	0,015	39	1,8	0,810	72	2,8	3,42
7	0,8	0,028	,,	2,3	1,145	,,	3,2	4,65
9	0,9	0,042	45	1,6	0,730	85	3,3	6,00
13	0,8	0,058	,,	2,2	1,350	92	3,5	6,95
,,	1,2	0,132	,,	2,4	1,545	98	3,5	7,25
17	1,1	0,122	52	1,7	0,910	105	4,0	10,25
20	0,9	0,100	,,	2,0	1,250	118	4,5	14,5
,,	1,3	0,182	,,	2,4	1,890	130	4,5	16,0
26	1,3	0,250	59	2,5	2,155	,,	5,0	19,3
,,	1,5	0,338	,,	2,9	3,050	144	5,4	24,8
,,	1,9	0,653	65	2,5	2.340	156	6,0	36,5
32	1,4	0,398	,,	2,8	3,180	165	6,7	46,0
,,	1,7	0,503	,,	3,2	4,335			
,,	2,0	0,850						

Allgemein ist sehr annähernd

$$P = \frac{l \cdot d^2}{162},$$

in welcher Formel P das Gewicht von 1000 eisernen Drahtstiften in Kilogramm, l die Länge und d die Dicke dieser Stifte, beide in Millimeter ausgedrückt, bedeutet.

Für den allgemeinen Gebrauch dienen die Arten bis höchstens 5 *cm* Länge; den über dieses Mass hinausgehenden giebt man wohl (sowie einigen kleineren) eigene Namen nach dem vorzüglichsten Gebrauchszwecke, übereinstimmend mit den Gattungen der geschmiedeten Nägel, zu deren Ersatz sie bestimmt sind. So hat man eiserne Drahtstifte unter der Benennung **Schiefernägel** und **Rohrnägel** etwa 3 bis 4 *cm* lang mit sehr breiten flachen Köpfen; **Schindelnägel** 5 bis 6 *cm* lang; **Lattennägel** 5 bis 7 *cm*, dicker als vorstehende; **Brettnägel** 6 bis 9 *cm*, noch dicker; **Bodennägel** 8 bis 11 *cm*; **Schiffnägel** 12 bis 24 *cm*. — Besondere Arten der Drahtstifte sind: die **vierkantigen** und **dreikantigen**, aus vier- oder dreikantig gezogenem Drahte verfertigt, übrigens von den runden nicht verschieden; die **vierkantigen gewundenen** (**Schraubennägel**), nach Art der geschmiedeten Nägel mit Schraubenwindungen (S. 454) hergestellt, bei 8 *cm* Länge z. B. 3 *mm* dick und eine einzige Windung auf der ganzen Länge enthaltend; **Schuhnägel**, **Schuhstifte**, dicke runde, nur 6 *mm* lange Stiftchen mit breiten halblinsenförmigen Köpfen; **Absatzstifte**, 6 bis 18 *mm* lang, rund und von verschiedener Dicke, aber ohne Kopf; **Stiefeleisenstifte**, 18 bis 24 *mm* lang; **Klavierstifte** (**Stegstifte**), zum Aufspannen der Drahtsaiten, ebenfalls rund und ohne Kopf; **Verbandstifte**, 3 bis 5 *cm* lang, an beiden Enden zugespitzt.

1) **Gusseiserne Nägel** formt man in gewöhnlichen zweiteiligen Formflaschen in Sand, und zwar eine sehr grosse Anzahl zugleich; entweder so, dass in jedem Teile der Flasche die Hälfte der ganzen hohlen Nagelgestalt enthalten ist (sodass jeder Nagel seiner Länge nach [illegible] feine Gussnähte erhält); oder besser so, dass in dem einen Flaschen[illegible] die Vertiefungen für die Nägel rechtwinklig gegen die Sandfläche [illegible] gestochen oder eingedrückt sind, während der andere Teil nur [illegible] Aushöhlungen für die Köpfe enthält: das letztere Verfahren [illegible] falls das einzig anwendbare, wenn die Köpfe unterwärts hohl [illegible]

Fig. 82 deutet die Gestalt des Modelles für das erstgenannte [illegible] fahren an. An dem den **Einguss** aussparenden Stäbchen *a* [illegible] modelle in grosser Zahl mit ihren Köpfen befestigt. Mehrere [illegible] sind nebeneinander angeordnet, sodass gleichzeitig mehrere [illegible]

gosssen werden. Fig. 83 stellt das andere Einformverfahren dar. Hier enthält der Sand *t* die Formen für die Nägelschafte und die unteren Kopfseiten, der Sand *s* aber die Formen für die oberen Kopfflächen und den Einguss *a* (dessen Modell z. B. durch seitliches Herausziehen aus dem Sande entfernt wird). Für das Einformen der Nägel sind solche Formmaschinen sehr geeignet, welche die Modellteile in den Sand drücken (S. 124). In jede einzelne Nagelhöhlung fliesst das Eisen vom Kopfende her ein. So wie die Nägel aus der Formflasche genommen werden, sind sie sehr spröde und lassen sich daher leicht mit einem eisernen Stäbchen von den Angüssen abschlagen. Man glüht sie dann zwischen gepulvertem Roteisenstein, um sie weich zu machen (S. 32), und scheuert sie mit Sand in einer Tonne; oft werden sie auch mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizt und auf die gewöhnliche Weise verzinnt (S. 403). — Eine besondere Art gusseiserner **Spaliernägel** dient zur Stütze der Drähte, welche man an Wänden, zum Anbinden von Pflanzen, hinzieht. Sie sind 4 bis 5 *cm* lang, am Kopfende mit einem starken runden Öhre von 5 bis 6 *mm* Öffnung oder zwei solchen Öhren nebeneinander (zum Durchziehen des Drahtes) versehen, werden in der angezeigten Weise weich gemacht und oft auch verzinkt.

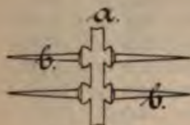


Fig. 82.



Fig. 83.

2) **Geschmiedete eiserne Nägel.** — Die allergrössten, beim Schiffbau und zu Zimmerwerks-Arbeiten gebrauchten Nägel werden mittels Maschinenhämmer (S. 205) erzeugt; alle übrigen Arten sind Handarbeit. Die Werkzeuge des **Nagelschmiedes** sind einfach und bestehen hauptsächlich in Amboss, Hammer, Blockmeissel und Nageleisen.

Der Amboss hat eine länglich-viereckige flache Bahn und unterscheidet sich vom gewöhnlichen Schmiede-Ambosse (S. 204) durch seine geringere Grösse und durch den Mangel der Hörner. Er steht auf seinem hölzernen Ambossstocke durch die eigene Schwere fest, wenn er gross ist; kleinen Ambossen giebt man aber eine spitzige Angel, mit welcher sie in das Holz eingesteckt werden. Die Bahn wird mit einem Stück Sandstein (**Reibstein**) etwas mattgeschliffen (**abgerieben**), damit das Eisen fester darauf liegt. Neben dem Ambosse befindet sich auf dem Ambossstocke ein, die Schneide noch oben kehrender, 20 *cm* hoher und 8 *cm* breiter Meissel (**Blockmeissel, Stockmeissel, Nagelschrot, Hauer**), welcher zum Abhauen des Eisens dient und in Gestalt und Gebrauch wesentlich mit dem Abschrot (S. 214) übereinstimmt. Die Hämmer der Nagelschmiede haben keine Finne, sondern nur eine einzige flache Bahn von quadratischer Gestalt, sind übrigens an Grösse verschieden. Die am meisten gebräuchlichen, welche zum Schmieden kleiner Nägelgattungen dienen, wiegen 1 bis 1,3 *kg*, haben eine Bahn von 2 bis 4 *cm* im Geviert und einen 23 bis 25 *cm* langen Stiel. Wenn beim Schmieden grosser Nägel ein zweiter Arbeiter mithilft, so führt dieser einen schwereren Hammer. Das **Nageleisen**, die **Nagelform** (S. 215) ist ein flachviereckiger gerader Eisenstab, auf dessen oberer Fläche nahe an einem Ende eine Erhöhung (**Krone, Haube**) hervorragt. Beim Gebrauche wird dieses Werkzeug liegend befestigt, indem das der Krone nähere Ende auf dem Rande des Ambosses ruht, das andere in einer senkrechten eisernen, 35 *cm* hohen **Stütze (Docke)** eingekeilt wird, welche neben dem Ambosse auf dem Ambossstocke steht. An einigen Orten gebrauchen die Nagelschmiede eine eiserne, 15 bis 20 *cm* hohe Gabel, welche mit ihrer spitzigen Angel aufrecht eingesteckt und auf deren Enden oben das Nageleisen mittels zweier Löcher fest aufgeschoben wird. Die Krone, welche von Stahl und gehärtet sein muss, ist mit einem senkrechten, durchgehenden, unten sich erweiternden Loche versehen, dessen obere Öffnung mit dem Querschnitte der Nägel, unmittelbar unter dem Kopfe, übereinstimmen muss.

Man bedarf daher für die verschiedenen Nägelarten ebensovieler Nagel-

eisen, bei welchen das Loch von verschiedener Grösse und teils quadratisch, teils länglich viereckig, teils kreisrund ist. Überdies weichen die Nageleisen auch in der äussern Gestalt der Krone voneinander ab, welche oben gerundet oder flach, oder versenkt u. s. w. ist, je nachdem die Gestalt der Nagelköpfe dies erfordert. Die Nageleisen zu den gewöhnlichsten Nägelgattungen von mittlerer Grösse sind ungefähr 20 *cm* lang, 2 bis 3 *cm* breit, und in der Krone 2 *cm* hoch.

Der Nagelschmied verarbeitet vierkantiges Stabeisen. Zum Erhitzen desselben dient ein gewöhnliches Schmiedefeuer, welches jedoch meistenteils freistehend gebaut ist, sodass mehrere Arbeiter, deren Ambosse ringsumher stehen, sie gemeinschaftlich benutzen können. Jeder Arbeiter hat mehrere Stäbe im Feuer liegen, die er der Reihe nach abwechselnd in Arbeit nimmt und zu neuer Erhitzung wieder einlegt. Man lässt das Eisen zum Weissglühen kommen, weil es sonst bei seiner geringen Dicke zu schnell erkalten würde. Da immer nur das äusserste Ende der Stäbe glühend ist, so können dieselben mit der Hand angefasst und gelenkt werden; der Nagelschmied bedient sich deshalb auch keiner Schmiedezange (vergl. S. 209). Er bringt den glühenden Stab auf den Amboss, schmiedet schnell das Ende zu einer schlanken Spitze von gehöriger Länge und Dicke aus, macht in der für die Länge des Nagels bestimmten Entfernung von der Spitze einen Ansatz, indem er diese Stelle über die Kante des Ambosses bringt und oben daraufschlägt (vergl. S. 211), haut auf dem Blockmeissel das Eisen fast ganz durch, wobei über den Ansatz hinaus so viel Eisen an dem Nagel bleiben muss, wie zur Kopfbildung nötig ist, steckt den Nagel von oben in das Loch des Nageleisens, wo derselbe wegen des Ansatzes weder ganz hineingehen, noch sich einklemmen kann, bricht durch eine Wendung den nur noch lose am Nagel hängenden Eisenstab ab, gestaltet den über die Krone des Nageleisens hervorragenden Teil des Nagels durch wenige Hammerschläge zum Kopfe, und wirft endlich den fertigen Nagel dadurch heraus, dass er mit dem noch in seiner Hand befindlichen Stabe von unten gegen die Spitze desselben stösst.

Es geht hieraus hervor, dass die Dicke des Nageleisens zusammengenommen mit der Höhe der Krone geringer sein muss, als die Länge des Nagels, damit letzterer unten etwas herausragt. Die kleinsten Nägel, bei welchen dies nicht der Fall sein kann, werden deshalb mit einer kleinen Zange aus dem Nageleisen gehoben. Die Gestalt des Kopfes hängt von jener der Krone auf dem Nageleisen, sowie von der Anzahl und Richtung der Hammerschläge ab, durch welche der Kopf entsteht. Nach jedem Schlage wird der Nagel durch einen kleinen Stoss von unten her, mittels des Eisenstabes, etwas gelüftet, damit er sich nicht im Nageleisen festsetze. Weil es aber unsicher wäre, mit dem schmalen Eisen genau die Spitze zu treffen, diese auch leicht verbogen werden könnte, so befindet sich unter dem Nageleisen eine gerade schwache Stahlfeder, welche mit in der Stütze festgekeilt ist, und auf deren freies Ende die Spitze des Nagels zu ruhen kommt. Die Stösse mit dem Eisenstabe werden von unten gegen diese Feder ausgeübt. Köpfe von gewissen Gestalten erfordern zu ihrer Verfertigung einen Stempel (S. 216), eine sogenannte Stampfe (daher gestampfte Nägel). Statt diesen Stempel mit der Hand zu führen, wird derselbe wohl in einem Hammer angebracht, den der Arbeiter mit einem Fusstritt aufhebt und wieder herabfallen lässt. Die gleiche Grösse aller Nägel wird nur durch Übung und gutes Augenmass erreicht. Jeder Nagel muss in einer Hitze fertig werden; ja von kleinen Nägeln werden oft zwei in einer Hitze geschmiedet. — Grosse

Nägel werden von zwei Personen geschmiedet, von welchen die eine das Eisen lenkt und einen kleinen Hammer führt, die andere dagegen mit einem grössern Hammer zuschlägt. Beim Abhauen dieser Nägel legt der Schmied das Eisen auf den Meissel, lässt es durch den Zuschläger völlig durchhauen und fasst den abgefallenen Nagel mit einer kleinen Zange, um ihn in das Nageleisen zu stecken. — Die Behendigkeit, welche geübte Nagelschmiede in der Ausführung ihrer Arbeit zeigen, ist ausserordentlich und macht allein den niedrigen Preis der Nägel möglich. Ein einziger fleissiger und geschickter Arbeiter verfertigt des Tages (in 12 Arbeitsstunden) 2000 bis 2500 kleine Schuhnägel, welche etwa 1 *kg* wiegen; oder 1500 bis 2000 Schindelnägel im Gewichte von 3 bis 4 *kg*; oder 1500 Schlossnägel, ungefähr 2,5 *kg* wiegend; oder 1300 Hufnägel, 7,5 *kg* im Gewicht; oder 500 bis 600 grosse Brettnägel, deren Gewicht etwa 5 *kg* beträgt; u. s. w. Der Eisenabbrand erreicht beim Schmieden mittlerer Nägel etwa 8 %.

Für gewisse Nägelarten kann die Schmiedemaschine (S. 207) als ein die Verfertigung sehr beschleunigendes Mittel benutzt werden. Bei Anfertigung der grössten Nägel (für den Eisenbahnbau u. s. w.) wendet man wohl ein eigentümliches Walzwerk[1]) zum Strecken und Spitzen des Schaftes an, wonach nur die Bildung des Kopfes der Hammerarbeit verbleibt. Der Gedanke, die Nägel sogar gänzlich durch ein Walzwerk zu verfertigen, ist öfters aufgenommen worden.[2]) So fehlt es auch nicht an anderen Maschinen verschiedener Art, welche Nägel aus glühendem Eisen zu bilden bestimmt sind.[3])

Manche kleine Nägelgattungen werden verzinnt (S. 403); andere mit Leinöl geschwärzt (S. 441); noch andere durch zwei- oder mehrstündiges Scheuern in einer um ihre Achse gedrehten, hölzernen Trommel (60 *cm* lang, 45 *cm* weit) blank- und glattgemacht: die meisten aber bleiben in dem rohen Zustande, in welchem das Schmieden sie liefert. — Gute Nägel müssen eine regelmässige Gestalt und eine glatte, von Schiefern, rauhen Kanten u. s. w. freie Oberfläche besitzen, vom Kopfe an sich schlank und gleichmässig verjüngen und in eine scharfe nicht gespaltene Spitze auslaufen; sie dürfen weder spröde sein und brechen, noch durch eine zu geringe Kraft sich biegen.

Die zum Schiffbau, zu grossen Zimmermannsarbeiten, für den Eisenbahnbau u. s. w. dienenden langen Nägel werden nach einer in Amerika zuerst ausgeführten Verbesserung so hergestellt, dass man die zu ihrer Anfertigung bestimmten Quadrateisenstäbe glühend windet, um den ursprünglich geraden Kanten die Lage von langgezogenen Schraubengängen zu geben, sie dann in Teile von der erforderlichen Länge zerhaut, an jedem Stücke einen Kopf schmiedet, am untern Ende aber die Schraubengänge in eine Spitze zusammenlaufend ausfeilt. Diese Nägel werden gleich den gewöhnlichen mittels des Hammers ins Holz getrieben, nehmen aber dabei von selbst eine Drehung an, und schrauben sich ein, wodurch sie nachher gegen das Ausreissen einen grösseren Widerstand darbieten, als die sonst üblichen nicht gewundenen Nägel.

3) Geschnittene Nägel werden entweder aus Blech oder aus Formeisen gefertigt.

Behufs Herstellung der Nägel aus Blech[4]) werden 15 bis 18 *cm* breite, etwa 1 *cm* dicke geschmiedete Schienen in Stücke von etwa 1 *m*

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1855, S. 143; 1856, S. 800 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1858, **148**, 407 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1835, **58**, 21; 1849, **111**, 329; 1865, **175**, 251 m. Abb.
[4]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 3, S. 493; Bd. 13, S. 341; Bd. 15, S. 125 m. Abb.
D. p. J. 1828, **29**, 427, **30**, 86; 1834, **51**, 95; 1845, **96**, 434 m. Abb.

Länge zerlegt und auf einem Blechwalzwerke in Platten von 0,5 bis 6 *mm* Dicke ausgewalzt, wie dies für die verschiedenen Nägelarten notwendig ist. Beim Walzen muss das Eisen immer in derselben Richtung gestreckt werden und zwar in jener, nach welcher es beim Schmieden hauptsächlich ausgedehnt worden ist: man bewirkt hierdurch eine möglichst vollkommene Ausbildung des fasrigen Gefüges. Die gewalzten Platten werden mittels einer grossen Schere dergestalt in Streifen von gleicher Breite zerschnitten, dass die Schnitte rechtwinklig gegen die Richtung fallen, in welcher das Blech gewalzt ist; somit laufen die Fasern des Eisens in den Streifen nach der Quere, und in den daraus geschnittenen Nägeln nach der Länge, was für die Festigkeit der Nägel wesentlich ist. Die Blechstreifen, deren Breite der Länge der darzustellenden Nägelart entspricht, werden nun kalt (nicht glühend) in einzelne Nägel zerschnitten. Man bedient sich hierzu stark gebauter Maschinen-Scheren, die etwa 65 bis 70 Schnitte in einer Minute machen. Ein Arbeiter fasst (sofern nicht der Mechanismus selbst das Zuführen und Lenken der Eisenschienen verrichtet) mittels einer Zange einen Blechstreifen, bietet in der Schere dar, rückt ihn nach jedem Schritte vor und wendet ihn zugleich abwechselnd einmal ein wenig rechts, einmal ein wenig links (oder dreht ihn nach jedem Schnitte um — die untere Fläche nach oben): damit die Schnittlinien nicht rechtwinklig, sondern schief (und zwar abwechselnd in verschiedener Weise) gegen die Achse des Streifens fallen, sodass die Nägel keilförmig werden und ein dickeres Ende für den Kopf, ein dünneres als Stellvertreter der Spitze erhalten.

Das Kopfende eines jeden Nagels wird sonach aus derjenigen Seitenkante des Blechstreifens genommen, welche die Spitze des vorhergehenden Nagels geliefert hat und auch jene des nächstfolgenden liefert. Eine scharfe und regelmässige Spitze kann bei diesem Verfahren nicht entstehen, da stets zwei Flächen des Nagels (die ursprünglichen Flächen des Bleches) zu einander gleichlaufend sind, mithin die schlanke pyramidenförmige Gestalt fehlt, welche an den geschmiedeten Nägeln meist so vollkommen vorhanden ist. Ausserdem ist ein Grat an den Schnittflächen fast unvermeidlich, wodurch die Kanten rauh und unregelmässig werden. Die genannten Umstände sind Ursache, dass alle geschnittenen Nägel mehr oder weniger ein mangelhaftes, ja schlechtes Ansehen haben und weniger leicht als die geschmiedeten in das Holz eindringen, daher beim Einschlagen sich leichter biegen. Die Rauhigkeit der Kanten ist indessen den geschnittenen Nägeln oft als Vorzug angerechnet worden, weil sie ein festeres Haften im Holze begründet. Ein Arbeiter kann von Nägeln, die höchstens 1,5 *kg* das Tausend wiegen, täglich 20 000 bis 25 000 schneiden; von 2 bis 4 *kg* wiegenden 15 000 bis 18 000; von solchen zu 5 bis 15 *kg* das Tausend 8000 bis 12 000.

Die Bildung der Köpfe erfolgt, nachdem die geschnittenen Nägel ganz kurze Zeit in einem kleinen Flammofen geglüht und dadurch erweicht sind, auf verschiedene Weise: bei kleinen mittels des Hammers in einem Nageleisen oder einer Art Schraubstock; bei grösseren durch ein Fallwerk[1]), eine Kniehebel-Presse oder eine Schraubenpresse (ein Stosswerk). Jede solche Maschine erfordert einen Arbeiter zur Bedienung, welcher die Nägel einen nach dem andern in ein Nageleisen oder in eine Art Schraubstock einsteckt, und nach Vollendung des Kopfes wieder herausnimmt. Ein von der Maschine in Bewegung gesetzter, durch starken Druck oder Stoss wirkender Stempel giebt dem dicken Ende des Nagels die Gestalt, welche der Kopf haben soll. Die Nägel werden

[1]) D. p. J. 1841, **79**, 429 m. Abb.

zuletzt mit grobem Sande oder kleinen Kieselsteinen mehrere Stunden lang in einer Scheuertonne (S. 391) bearbeitet, um ihnen die gröbsten Rauhigkeiten zu nehmen.

Die neueren Nägelmaschinen sind in der Regel von solcher Einrichtung, dass sie das Schneiden und das Anköpfen in unmittelbarer Folge vollführen, also den Nagel sogleich ganz fertig machen [1]), und zwar mit so grosser Geschwindigkeit, dass von 4 bis 6 *cm* langen Nägeln 120 bis 150 in einer Minute geliefert werden. Die Sprödigkeit benimmt man den Köpfen nachher durch Glühen der Nägel. Bei den kopflosen Absatzstiften (S. 450) besteht die ganze Verfertigung in dem Zerschneiden der Schienen, welche man hierzu keilförmig (einer Messerklinge ähnlich) auswalzt, um durch Schnitte eines eigentümlich gestalteten Messers gut zugespitzte vierseitig-pyramidenförmige Stifte zu erzeugen; eine solche Maschine kann bis 300 Stifte in einer Minute schneiden. Aber auch Nägel mit (freilich unvollkommenem) Kopf werden durch eine eigentümliche Schneidmaschine aus Blech so gemacht, dass der Kopf wie die Spitze ohne weiteres durch den Schnitt selbst entsteht.

Aus Formeisen verfertigt man namentlich Hufnägel [2]), und zwar ohne das Eisen zu erwärmen. Man ist infolgedessen genötigt, das allerweichste Flusseisen zu verwenden; am beliebtesten ist das mittels des Siemens-Martin'schen Verfahrens (S. 32) gewonnene sehr kohlenstoffarme Eisen. Dem Eisen wird durch Walzen die durch Fig. 84 versinnlichte Querschnittsgestalt gegeben; es wird zu Ringen gebogen in den Handel gebracht.



Fig. 84 u. 85.

Die Nägelfabrik beizt zunächst diese Ringe blank (S. 241) und legt sie sodann einem Durchschnitt vor (I, 367, sowie S. 265), welcher die Stäbe in folgender Weise zerlegt: sie werden, während sie den schneidenden Werkzeugen angemessen sich nähern, geradegebogen, und gelangen sodann zwischen einen Stempel und eine Mater, welche mit jedem Schnitt die Werkstücke für zwei Nägel abtrennen, und zwar die beiden, welche in Fig. 85 schraffiert sind. Das dazwischen liegende Eisen wird Abfall, der (mit dem bei der weiteren Bearbeitung entstehenden) gegen 15 % des Gewichts der gewalzten Stäbe beträgt.

In der Minute werden 90 bis 120 Schnitte ausgeführt, also von jedem Durchschnitt doppelt so viel Werkstücke geliefert. Das Zerschneiden der dicken Ränder, welche die Nägelköpfe liefern, verursacht Schwierigkeiten, indem — wenn Stempel und Mater nicht sehr genau zusammenpassen, bezw. die Führung des ersteren letzterer gegenüber (die Wirkung ist teilweise diejenige einer Schere) nicht vorzüglich ist — leicht der rechteckige Querschnitt der Köpfe zu einem rautenförmigen wird. Man kann daher die Ränder der Schienen nicht

[1]) Karmarsch u. Heeren, Technisches Wörterbuch, 3. Auflage, Bd. 6, S. 225 m. Abb.
D. p. J. 1854, **132**, 8; 1873, **207**, 184 m. Abb.
Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1852, S. 95 m. Abb.

[2]) Hufnagelmasch., Prakt. Masch.-Constr. 1885, S. 58, 256 m. Abb.
D. R. P. No. 12 324.

willkürlich dick machen, stellt vielmehr nur die Köpfe der **englischen** Hufnägel, Fig. 86, mittels des beschriebenen Durchschneidens fertig her, während

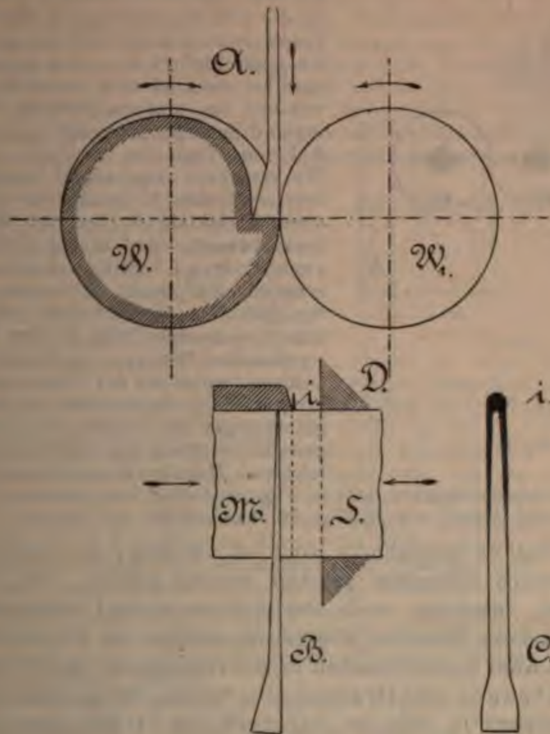


Fig. 86.

die **deutschen**, durch dickere Köpfe sich auszeichnenden Nägel, Fig. 87, noch einer Staucharbeit unterzogen werden.

Die von dem Durchschnitt kommenden Werkstücke werden zunächst in einer Scheuertrommel (mit Sand, seltener mit Schmirgel) kräftigst bearbeitet, wobei etwaige Unreinheiten der Kanten verloren gehen.

Es folgt dem das **Anspitzen**, für welches zwei verschiedene Verfahren gebräuchlich sind:

a. Die Walze W_1 Fig. 86, ist glatt, in die Walze W aber eine Vertiefung gegraben, welche zunächst der Kopfdicke des betreffenden Nagels entspricht, sodann aber allmählich an Tiefe abnimmt. Indem man das Werkstück A rechtzeitig und richtig zwischen die Walzen bringt, wird dasselbe am Kopfende ergriffen und das andere Ende zu einem Keil ausgestreckt. Eine in der Figur nicht gezeichnete Zange ergreift den aus den Walzen hervortretenden Kopf des Werkstückes und bringt letzteres in eine gewisse Tiefenlage; es treten der Stempel S und die Mater M hervor, und beschneiden das Spitzenende des Nagels, letzterer fällt herab, und zwar als fertiger Nagel C, während der auf dem Stempel S reitende Abschnitt i abgestreift wird, sobald der Stempel S sich in seine Führung D zurückzieht. b. Eine feststehende Scheibe A, Fig. 87, ist nach der Gestalt des betreffenden Nagelkopfes kegelförmig abgedreht. Ihn umschliesst

ein Ring *B*, welcher mit Kerben versehen ist, die den Kopf an drei Seiten gut umfassen. Dieser Ring wird ruckweise um die Scheibe *A* gedreht und zwar jedesmal um die Entfernung zweier Kerben. In die Kerben werden die Werkstücke gesteckt, letztere also ruckweise um *A* gedreht. An einer Stelle hat *A* eine grössere Lücke; daselbst befindet sich unter *B* ein Finger, welcher den alsdann fertigen Nagel nach innen drängt, sodass er frei nach unten fällt. Auf dem Wege von der Stelle, woselbst die Werkstücke *C* eingesteckt werden, bis zu der erwähnten Auswurfstelle trifft *C* vor einen Stahlklotz *D*, der sich sodann etwas herausbewegt. Auf diesen Stahlklotz sind zwei Schienen *i* befestigt, welche die zu erzeugende Keilgestalt bestimmen. Gleichzeitig mit dem Hervortreten des Klotzes *D* nähert sich eine Bahn *E* dem Nagel und werden zwei Walzen *w* senkrecht nach unten gezogen, wobei sie das Werkstück *C* in verlangter Weise ausstrecken. *E* drückt nachgiebig gegen die Walzen, um das Anschmiegen der letzteren an die Schienen *i* zu erleichtern. Nach weiterem Fortrücken gelangt *C* vor einen Stempel, welcher dem in Fig. 86 mit *S* bezeichneten dem Wesen nach gleicht; eine Mater wie *M*, Fig. 86, beschneidet die Spitze.

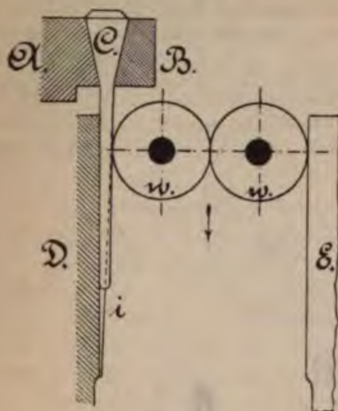


Fig. 87.

Der in Fig. 87 gezeichnete Kopf ist zu dick, als dass er aus der Walzschiene durch Schneiden gebildet werden könnte. Es wird daher das Werkstück, nachdem es in der Scheuertrommel behandelt worden ist, einer besonderen Maschine übergeben, welche den bis dahin dünneren aber längeren Kopf durch Stauchen in die vorliegende Gestalt überführt.[1])

4) Drahtnägel oder Drahtstifte wurden früher wohl auch durch Handarbeit erzeugt[2]); jetzt ist nur noch die Verfertigung mittels Maschinen gebräuchlich, welchen man den Drahtring vorlegt, während die Maschine die fertigen Nägel abliefert.[3])

Die gebräuchlichste Arbeitsweise der Maschine ist die folgende: Das Geraderichten des Drahtes findet durch mehrere Rollen (I, 309) statt. Das vordere Drahtende gelangt nun zwischen zwei stählerne Backen, welche, nachdem sie fest zusammmengedrückt sind, den Draht vollständig umschliessen sollen; diese Backen vertreten die Stelle des Nageleisens (S. 452). Da der Draht überall gleichdick ist, so kann er von den Backen nur durch Reibung festgehalten werden, was einen entsprechend grossen Druck der Backen auf den Draht bedingt. In der That erfährt der Draht an der Stelle, an welcher er festgehalten wird, eine bleibende Umgestaltung, was sich u. a. durch die Bildung zweier Nähte oder Grate kundgiebt. Nicht selten versieht man die Backenflächen absichtlich mit Rauhigkeiten, um das Festhalten zu fördern. Man pflegt ausserdem mit seltenen Ausnahmen den Kopf nicht durch ruhigen Druck, sondern

---

1) D. R. P. No. 45181.
Z. d. V. d. I. 1889, S. 136 m. Abb.

2) Prechtl, Technolog. Enykl. 1833, Bd. 4, S. 267; Bd. 10, S. 345 m. Abb.

3) Prechtl, Technolog. Encykl. 1859, Ergänzungsbd. 2, S. 547 m. s. g. Abb.
D. p. J. 1837, **66**, 411; 1853, **127**, 254, **128**, 408, **129**, 8; 1879, **231**, 377; 1880, **236**, 295; 1881, **240**, 467; 1883, **247**, 323, **248**, 111, **250**, 378, meistens m. Abb.

mittels eines raschen Schlages zu bilden (I, 309, 552). Die eine Seite der Backen dient nun gewissermassen als Untergesenk, die Endfläche des schlagenden Stempels als Obergesenk für den Kopf: sie müssen also je nach der gewünschten Kopfgestalt verschieden vorgerichtet werden. Nachdem der Kopf hergestellt ist, lassen die Backen den Draht los, welcher sodann um die Länge des Nagelschaftes, vermehrt um die für den Kopf erforderliche Drahtlänge, vorgeschoben wird. Die Backen halten sodann den Draht wieder fest. Nunmehr findet zunächst das Abschneiden statt, mit dem die Spitzenbildung verbunden ist. Behufs des Abschneidens und Spitzens bewegen sich zwei Backen, deren wirksame Flächen durch Fig. 88 in Vorder- und Seitenansicht dargestellt sind, mit grosser Kraft gegen den Draht. Die Kanten *a a* wirken gerade so, wie die Maulflächen der Kneipzange (I, 374), die bei *b* auslaufenden Kanten kneipen zu beiden Seiten der Drahtmitte Stückchen (die sog. Flügel) des Drahtes ab, die einer vierseitigen hohlen Pyramide angehörigen, zwischen den Kanten *b* belegenen Flächen pressen aber den Draht zu einer pyramidenförmigen Spitze, wobei ein Teil des Metalles seitwärts ausweicht, aber auch der Nagel in seiner Längenrichtung etwas fortgeschoben wird. Wenn der Vorgang nicht vollständig gelungen ist, so hat der Draht an der behandelten Stelle das durch Fig. 89 versinnlichte Aussehen erhalten; *n* bezeichnet den Nagel, *k* das Drahtende, welches demnächst durch einen Stempelschlag zum Kopf ausgebildet werden soll und *c c* sind die w. o. erwähnten Flügel. Da man, um die Kanten *a* und *b* zu schonen, keine volle Näherung derselben ausführt, so hängen die benannten Teile meistens noch ein wenig zusammen, weshalb ein rasch nach unten sich bewegender Finger vorgesehen ist, welcher *n* und *c* von *k* endgültig ablöst. Durch das gewaltsame Pressen der Spitzen werden sie härter, sodass sie besser eindringen als etwa durch Feilen oder Schleifen gebildete Spitzen.

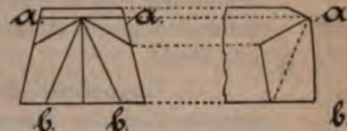


Fig. 88.

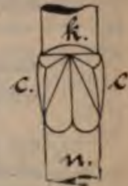


Fig. 89.

Die Leistung der Maschinen ist ungefähr folgende:

Maschine	zu	Stiften	von	10	bis	20	*cm*	Länge	fertigen	—	50	Stück	in	1	Minute
"	"	"	"	5	"	10	"	"	"	—	80	"	"	"	"
"	"	"	"	3	"	8	"	"	"	—	100	"	"	"	"
"	"	"	"	1	"	5	"	"	"	—	120	"	"	"	"
"	"	"	"	1,5	"	4	"	"	"	—	160	"	"	"	"
"	"	"	"	1	"	3	"	"	"	—	240	"	"	"	"
"	"	"	"	1	"	2	"	"	"	—	300	"	"	"	"

Drahtstifte mit besonders grossen Köpfen werden zuweilen auf folgendem Wege erzeugt:[1])

Der auf gebräuchliche Weise eingeführte Draht wird nach einer krummen Fläche abgeschnitten, sodass das obere Ende sehr dick wird, das untere Ende aber in einem spitzen Keil ausläuft, dann abgehoben und zwischen zwei Backen gesteckt, welche den Schaft durch Prägen ausbilden, gleichzeitig aber so festhalten, dass der niedergeschleuderte Hammer den Kopf zu gestalten vermag. — Statt der pyramidenförmigen Spitzen giebt man den Nägeln zuweilen kegelförmige; auch platte, bezw. keilförmige Spitzen kommen vor.

Meistens verwendet man zur Verfertigung runden Draht, oft aber auch solchen quadratischen oder dreieckigen Querschnitts (I, 464); die letzteren werden auch wohl mit hohlen Flächen versehen. Um das Festhalten der Nägel im Holze zu fördern, rauht man den Schaft derselben (durch eigene Walzwerke, oder durch entsprechende Gestaltung der Backen, welche den Draht während der Kopfbildung festhalten) oder giebt ihnen (den vier- und dreikantigen) eine

[1]) D. p. J. 1883, **247**, 323 m. Abb.

schraubenförmige Gestalt, Fig. 90, durch Verdrehen des Spitzenendes gegenüber dem Kopfende.

Die eisernen Drahtstifte werden öfters durch Erhitzen auf einer Eisenplatte blau gemacht, oder verzinnt, oder mit Zinn angesotten, oder mit Leinöl geschwärzt.

5) Die Verfertigung der Nietbolzen, welche mit der Nägelverfertigung nahe verwandt ist, wurde schon S. 351 erörtert.

B. Kupferne und messingene Nägel und Nieten werden ebenso erzeugt, wie eiserne, und zwar selten durch Giessen, häufiger durch Schmieden (bei sehr grossen Abmessungen), am häufigsten durch Schneiden aus Walzkupfer oder in der näher beschriebenen Weise aus Draht.


Fig. 90.

C. Gegossene Bronze-Nägel zum Aufnageln der Dachschiefer sind den eisernen Schiefernägeln (S. 450) vorzuziehen, weil bei letzteren die Köpfe bald abrosten, und dann die Schiefer vom Winde losgerissen werden. — Bei Befestigung des Seeschiff-Beschlages kommen, wenn dieser aus Messingblech (Muntzmetall, S. 79, 196) besteht, gegossene Nägel von derselben Metallmischung zur Anwendung.

D. Zink-Nägel finden Anwendung beim Dachdecken mit Zinkblech und bei anderen Gelegenheiten, wo Zink genagelt werden muss.

Sie sind in solchen Fällen fast unentbehrlich, weil das Zink bei der Berührung mit anderen Metallen einen elektrischen Zustand annimmt, in welchem es schnell oxydiert und zerstört wird. Versucht man daher, Zinkblech z. B. mit eisernen Nägeln zu befestigen, so entsteht sehr bald um jeden Nagel ein Loch. Die Zinknägel werden aus Stäbchen, welche von gewalzten Platten geschnitten sind, oder aus starkem Drahte, warm (S. 49) geschmiedet und in einem Nageleisen auf die gewöhnliche Art mit den Köpfen versehen. Sie sind stets klein und flachköpfig; von 27 *mm* langen wiegt das Tausend 2,5 bis 2,75 *kg*.

E. Goldene und silberne Nägel werden, da sie nur in kleiner Anzahl vorkommen, durch Handarbeit mit Hilfe des Nageleisens verfertigt.

F. Tapezierernägel. Hiermit sind nicht alle Nägel, welche von den Tapezierern gebraucht werden, gemeint, sondern nur diejenigen, welche zum Beschlagen gepolsterter Möbel, zum Aufhängen der Bilder u. dgl. dienen und grosse runde (fast halbkuglige) unterwärts hohle Köpfe besitzen (Möbelnägel, Bildernägel). Diese Nägel werden teils im ganzen aus Messing gegossen (S. 137), dann auf der Oberseite der Köpfe abgedreht, oft auch mit Goldfirnis gefirnisst, mit Zinn weiss angesotten oder nass versilbert; — teils verfertigt man Köpfe und Nägel abgesondert und lötet sie dann mit Schnelllot zusammen.

Im letzteren Falle bestehen die Köpfe aus Messingblech, versilbertem Messingblech, Neusilberblech oder plattiertem Kupferbleche und werden mittels des Durchschnittes verfertigt, dessen Oberstempel ausgehöhlt ist, damit er die runden Scheibchen, welche er aus dem Bleche schneidet, zugleich schalenartig stanzt (S. 281). Die Stifte der Nägel sind entweder aus Eisen wie gewöhnliche kleine Nägel geschmiedet, oder es sind Stifte von Eisendraht. In beiden Fällen

besitzen sie einen kleinen flachen Kopf, damit sie fester durch das Schnelllot mit dem hohlen Blechkopfe verbunden werden. Um die Lötung zu bewerkstelligen, werden die Köpfe mit ihrer Wölbung auf einer geheizten Eisenplatte stehend erhitzt; man giebt in jeden derselben nebst einem Tropfen Salmiakauflösung (welche sogleich darin auftrocknet) etwas geschmolzenes Schnelllot (S. 355), setzt den Stift oder Nagel mit seinem Kopfe richtig hinein und kühlt sogleich das Lot mittels eines nassen Pinsels ab. Die Lötung, welche ohnehin keine sehr feste Verbindung gewährt, wird umgangen, indem man die Köpfe aus Messing giesst, — entweder unmittelbar auf die eisernen Stifte oder für sich, in welchem Falle sie sodann durch Prägen mit den Stiften vereinigt werden. Zu Bildernägeln verwendet man wohl solche, deren dicke messingene Köpfe um den eisernen Stift gegossen sind (S. 139).

Man hat auch Nägel der hier besprochenen Art mit Blechköpfen ohne Lötung zusammengesetzt, und zur Verfertigung derselben Maschinen angewendet.[1]) Es gehören auch hierher die Porzellannägel, d. h. Tapeziernägel, welche aus eisernen Drahtstiften mit aufgesetztem grossen Kopfe von glasiertem Porzellan bestehen. Zu besonderen Zwecken dienen Nägel mit grossen halbkugligen hölzernen Köpfen.[2])

2. Holzschrauben.

Seitdem die Holzschrauben mittels Maschinen billig herzustellen sind, haben sie eine wachsende Verwendung gefunden, ja, auf manchen Gebieten die Nägel verdrängt. Demgemäss schwanken auch die Abmessungen, in welchen der Handel die Holzschrauben darbietet, innerhalb weiter Grenzen. Die grösste Dicke dürfte 25 *mm*, die grösste Länge 30 *cm* nicht überschreiten, während die vorkommenden kleinsten Abmessungen nur wenige *mm* betragen. Mit Ausnahme einiger (namentlich seitens der Büchsenmacher benutzten) sind sämtliche Holzschrauben mit möglichst dünnen, aber hohen Gängen versehen, zwischen denen verhältnismässig breite Spielraume freibleiben (vergl. Fig. 91), in denen die von den metallenen Gewindegängen verdrängten Holzteile Platz finden. Das Gewinde wird nun entweder durch Schmieden bezw. Walzen, d. h. dadurch hervorgebracht, dass man die Metallteile des ursprünglich walzenförmigen Werkstückes, soweit wie solche die demnächstigen Lücken ausfüllen, zur Seite schiebt, oder durch Zerspanen des zu beseitigenden Metalles erzeugt. Augenscheinlich verdient das erstgenannte Verfahren dem letzteren vorgezogen zu werden, da es ziemliche Metallmengen sparen lässt; allein man hat lange Zeit vergeblich versucht, auf Grund der Bildsamkeit tadellose Schrauben zu erzeugen.


Fig. 91.

Die Holzschrauben werden meistens aus Schmiedeisen, seltener aus Messing oder Kupfer verfertigt.

A. Vorbereitung der Werkstücke. Man verwendet für die grösseren Holzschrauben Rundeisen, für die kleineren Draht. Jenes wird in Stücke der erforderlichen Länge zerschnitten und jedes einzelne

[1]) D. p. J. 1831, **42**, 403; 1834, **51**, 105; 1858, **148**, 281 m. Abb.
[2]) Mitt. d. Gewerbever. f. Hann. 1856, S. 58.

Stück in erhitztem Zustande mit dem entsprechend gestalteten Kopf versehen. Den Draht aber bearbeitet man in Maschinen, welche den Drahtnagelmaschinen (S. 458) im wesentlichen gleichen. Erstere weichen von letzteren Maschinen nur insofern ab, als entweder nur ein Abkneipen (ohne Spitzenbildung) oder die Erzeugung einer kegelförmigen Spitze stattfindet, und die Kopfbildung häufig mehrere Schläge erfordert, oder mit Hilfe eines Kniehebels (durch ruhigen Druck) hervorgebracht wird. In letzterem Falle bewirkt man (wie bei manchen Nietverfertigungsmaschinen) das Abschneiden mittels einer Drahtschere, deren einer Teil sich so verschiebt, dass das stumpfe Drahtende während der Kopfbildung sich gegen die feste Fläche des anderen Scherblattes stützt.[1]) So wird man der Notwendigkeit enthoben, den Draht übermässig zwischen Backen zu quetschen und entgeht der Gratbildung.

Die weitere Behandlung der Werkstücke ist sehr verschieden, je nachdem die Gewinde durch Schmieden (bezw. Walzen) oder durch Ausschneiden erzeugt werden sollen.

B. Holzschrauben mit geschmiedeten, bezw. gewalzten Gewinden. Um den Gewindequerschnitt Fig. 92 zu erzeugen, kann man das Werkstück dem äusseren Gewindedurchmesser D gleichmachen und durch Strecken zwischen den Gewindegängen den Kerndurchmesser d hervorbringen, und zwar so, dass der gewünschte Abstand der Gewinde entsteht, oder von dem Werkstückdurchmesser d_1 ausgehen und das zwischen den Gewindegängen befindliche Metall zur Ausbildung der ausserhalb des Werkstückdurchmessers d_1 befindlichen Gewindeganges benutzen. Beide Verfahren sind gebräuchlich; es scheint jedoch das zuletztgenannte am sichersten zum Ziele zu führen, und zwar aus folgenden Gründen.

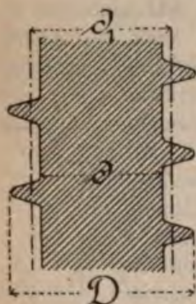


Fig. 92.

Das Verdrängen der ziemlich bedeutenden Metallmengen ist nicht in einem Schlage zu erzwingen; man muss vielmehr allmählich vorgehen, den Teilchen für das Fortfliessen von dem einen zum anderen Orte Zeit lassen. Da nun hierbei die Ganghöhe stetig zunimmt, so muss man bei Benutzung der Werkstückdicke D eine Reihe der gesenkartigen Werkzeuge anwenden, welche gewiss nur schwer in vollkommenen Einklang zu bringen sind. Geht man aber von der Werkstückdicke d_1 aus, so ändert sich die Ganghöhe während der Bearbeitung nicht, die Werkzeuge werden einfacher, sie können so hergestellt werden, dass sie gleichzeitig das ganze Gewinde bearbeiten und hierbei die genaue Ganghöhe erzwingen. Die Wahl der Grösse d_1 gegenüber den zu erzielenden Gewindeabmessungen erfordert allerdings grosse Schwierigkeiten, die jedoch leichter zu überwinden sein dürften, als diejenigen, welche bei dem anderen Verfahren auftreten.

Das Schmieden der Schraubengewinde findet zwischen Gesenken statt, für deren Bethätigung besondere Maschinen in Vorschlag gekommen

[1]) Publ. industr. 1857, Bd. 10, S. 471 m. Abb.

sind [1]); es ist zu wenig leistungsfähig, als dass im grösseren Umfange von ihm Gebrauch gemacht werden könnte.

Der Grundgedanke für das Walzen der Schraubengewinde wurde schon 1851 von Bromann angegeben. Andere haben denselben vorteilhafter, als Bromann verstand, auszunutzen gesucht [2]); die neueste [3]) und anscheinend zweckmässigste Bearbeitungsweise, soweit das Auswalzen der Gewinde ohne Erwärmung des Metalles stattfinden soll, schliesst sich der ursprünglichen wieder unmittelbar an.

Nachdem die Werkstücke mit Kopf und Spitze versehen sind (S. 462), werden sie in einen Trichter geworfen, aus welchem die Gewindewalzmaschine sie einzeln hervorholt und den betreffenden Werkzeugen vorlegt. Zu dem Ende ist der Trichter mit einer flachen, tiefen Tasche versehen, in welcher eine flache Blechröhre, jene vollständig ausfüllend, auf- und niedersteigt. Diese oben offene Röhre ist so weit, dass die Schafte der Werkstücke in ihr Raum finden, die Köpfe aber nicht. Sobald nun diese Röhre unter die Oberfläche des Werkstückhaufens taucht, fallen die Werkstücke auf die Röhrenöffnung, und zwar einige derselben so, dass ihr Kopf auf den Rändern der Röhre reitet. Sie werden bei dem Emporsteigen der Röhre mitgenommen. Die erwähnten Ränder sind etwas gegen die Wagerechte geneigt, sodass die Werkstücke, vermöge der von selbst auftretenden Erschütterungen, dem tiefsten Punkte der Ränder zugleiten. Von hier ab gleiten sie, sobald die Röhre auf eine gewisse Höhe gestiegen ist, auf zwei die Wandung des Trichters durchbrechende geneigte Schienen, welche sie nunmehr bis zur Zuteilungsstelle fördern. Die Zuteilung findet dadurch statt, dass jedesmal das am weitesten vorn befindliche Stück aus der Bahn geschoben wird (I, 653), und dann frei in einen Raum niederfällt, in welchem das Werkstück ohne weiteres eine für den Angriff der Werkzeuge geeignete senkrechte Lage gewinnt. Die Werkzeuge, welche nunmehr das Gewinde erzeugen sollen, bestehen aus zwei wagerecht genau geführten und in einander entgegengesetzten Richtungen sich bewegenden Backen, sodass das Werkstück zwischen ihnen rollt, ohne seinen Ort zu verlassen. Die einander zugekehrten, das Werkstück bearbeitenden Flächen der Stahlplatten sind mit nach der Neigung des Gewindes verlaufenden, gewissermassen eine Abwicklung des zugehörigen Muttergewindes darstellenden Furchen folgender Art versehen. Das Werkstück hat die Dicke *d*, Fig. 92; es muss daher an den Stellen, woselbst der vertiefte Gewindegang entstehen soll, Metall verdrängt werden, welches zur Ausbildung des erhabenen Gewindeganges dient. Würde man nun die wirkenden Platten mit Furchen versehen, welche in ihrer ganzen Länge nach dem Gewindequerschnitt gestaltet sind und die allmähliche Gewindebildung dadurch herbeiführen wollen, dass man den Abstand der so gefurchten Werkzeugflächen zunächst grösser wählt, dann aber abnehmen lässt, so würden sich links und rechts von dem am Werkstück in Bildung begriffenen, vertieften Gewindegange Wülste bilden, welche schliesslich im zusammengelegten Zustande den Gewindequerschnitt ausfüllen, also ein wenig widerstandsfähiges Gewinde darstellen würden.[4]) Es sind deshalb die Furchen der Werkzeuge in der Weise ausgebildet, dass sie an den Angriffsstellen weniger tief sind, als an dem Ende, wos ie das vollendete Werkstück verlassen. Fig. 93 stellt beispielsweise durch die ausgezogenen Linien den zu Anfang entstehenden Gewindequerschnitt des Werkstücks *S*, bezw. den Werkzeugquerschnitt *P* dar, während die gestrichelten Linien den zu erstrebenden

---

[1]) D. p. J. 1877, **226**, 341 m. Abb.

[2]) Polyt. Centralbl. 1859, S. 427.
Z. d. V. d. I. 1881, S. 253.
D. p. J. 1880, **238**, 458 m. Abb.; 1883, **250**, 497 m. Abb.; 1885, **255**, 501 m. Abb.; 1887, **263**, 413 m. Abb.

[3]) Z. d. V. d. I. 1889, 444 m. Abb.

[4]) Vergl. Z. d. V. d. I. 1887, S. 197.

Gewindequerschnitt angeben. Fig. 94 versinnlicht in gleicher Weise die genannten Dinge in einer späteren Zeit. So wird die Wulst- oder Gratbildung von vornherein wirksam verhindert.

Um die entstehenden Reibungswiderstände zwischen den Werkstücken und den Werkzeugen zu mindern, findet reichliche Schmierung statt, sodass schliesslich ein Reinigen der fertigen Schrauben vom anhaftenden Fett zu folgen hat. Zu diesem Zweck werden die letzteren in einer Trommel mit Sägespänen, Kleie oder dergleichen (I, 516) behandelt.

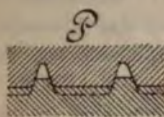


Fig. 93.

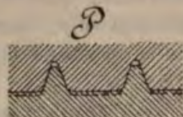


Fig. 94.

Wenn die Gewinde in der soeben beschriebenen Weise erzeugt werden, so bringt man auch den Schlitz, welcher zur Aufnahme des Schraubenziehers bestimmt ist (I, 587), durch den zur Kopfbildung dienenden letzten Hammerschlag an, da eine entsprechende Geschmeidigkeit für die Gewindebildung notwendig ist.

C. Holzschrauben mit geschnittenen Gewinden. Bisher werden die Holzschrauben meistens durch Ausschneiden des vertieften Gewindeganges mit Gewinde versehen, auch der geprägte Kopf, sowie der Schaft durch Abdrehen vervollkommnet und der — für das Einziehen der Schrauben bestimmte — Schlitz durch Einschneiden erzeugt, soweit nicht wie bei den grossen Holzschrauben kantige Köpfe zur Verwendung kommen.

Die Arbeitsstufen, welche dem Abschneiden des Drahtes und dem Kopfbilden folgen, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Abdrehen des Kopfes. — Es geschieht auf einer kleinen Drehbank, an deren Spindel die rohe Schraube mittels eines zangenartigen Futters eingespannt wird, statt des Drehstahles mittels einer Art schneidiger Zange, um den Kopf sowohl unten (auf seinem kegelförmigen Umkreise) als auf der oberen Fläche und am Rande in wenigen Umläufen glatt abzudrehen.

Abdrehen der Spitzen. — Auf einer anderen kleinen Drehbank wird sodann (mittels eines Hand-Drehstahles) das dem Kopfe entgegengesetzte Ende der Schrauben zu einer kegelförmigen Spitze geformt, was in einem Augenblicke geschehen ist. — Bei den dünnsten Schrauben unterbleibt dies.

Schneiden des Schraubengewindes. — Hierzu dient wieder eine Art kleiner Drehbank, deren Wirkung sehr viel Ähnlichkeit mit dem Schraubenschneiden mittels Patronen (S. 337) hat. An der Spindel, welche sich (entgegengesetzt der Einrichtung an den gewöhnlichen Drehbänken) zur Rechten des Arbeiters befindet und durch Treten oder mittels Dampfkraft durch eine Riemenscheibe in Umdrehung versetzt wird, ist mittels einer schnell und leicht zu öffnenden Zange die Schraube eingespannt, sodass der Kopf in der Zange liegt, das übrige aber hervorragt. Das Einschneiden des Ganges geschieht durch einen flachen Zahn, der an einem Hebel sitzt und mittels desselben auf die Schraube nieder gedrückt wird. Letztere liegt, um dem Druck widerstehen zu können, in der halbrunden Rinne eines unbeweglichen Holzstückes. Eine bessere Einrichtung besteht darin, zwei Schneidwerkzeuge gleichzeitig von entgegengesetzten Seiten wirken zu lassen und neben denselben zwei stumpfe Stahlkörper anzubringen, welche durch ihr Eingreifen in den vertieften Schraubengang nur als Stützen für die Schraube wirken: letztere ist auf diese Weise zwischen vier Punkten gehalten und bedarf der vorhin erwähnten Unterlage nicht, welche sich ohnehin sehr schnell abnutzt. Die Schraubenpater ist nach einer der drei folgenden Arten angebracht und eingerichtet. 1) Das hintere Ende der Drehbankspindel ist selbst mit dem Gewinde versehen und schraubt sich in der Hinterdocke vor und rückwärts, während der schneidende Zahn an seinem Platze bleibt. Es ergiebt sich von selbst, dass zu diesem Zwecke die Umdrehung der Spindel ein

abwechselnde sein muss. Man erreicht dies, indem um die Spindel in mehrfachen Windungen eine Schnur gewickelt ist, welche mit einem Ende an dem Tritte hängt, am anderen ein Gegengewicht trägt. 2) Das in vorstehender Weise auf der Spindel angebrachte Mustergewinde schraubt sich in einer zangenartig aus zwei Teilen bestehenden Mutter, welche geschlossen ist, während das Schneiden vor sich geht und die Spindel sich in der einen Richtung schiebt; wogegen im Augenblicke der entgegengesetzten Schiebung jene Zange sich öffnet, also diese (vermittels einer Feder erzeugte) Rückschiebung unbeschadet fortdauernder Umdrehung der Spindel gestattet. 3) Die Spindel läuft in zwei glatten Lagern und die Pater (ein etwa 15 *mm* dicker Zapfen mit dem Schraubengewinde) befindet sich vorn auf derselben, zwischen der Vorderdocke und der Zange, welche zum Festhalten der Schraube dient. Zwischen beiden Docken ist eine schraubenförmige Feder um die Spindel gewunden, durch welche diese immer nach der Hinterdocke zu (d. h. gegen die rechte Seite) sich zu schieben strebt. Der Hebel mit dem Zahne ist wie bei der ersten Bauart. Indem man ihn zum Schneiden niederdrückt, setzt derselbe einen Winkelhebel in Bewegung, welcher eine mit (linken) Schraubengängen versehene messingene Rolle gegen die Pater lehnt und sie mit derselben in Eingriff setzt. Dadurch ist die Drehbankspindel genötigt, sich hervor- (nach der linken Hand des Arbeiters) zuschrauben; sobald aber der Schneidstahl oder Zahn aufgehoben wird, entfernt sich die Rolle von der Pater und die Spindel geht, ohne eigentliche Schraubenbewegung, durch die Wirkung der Feder rasch zurück. Hierbei kann sich die Spindel ohne Unterbrechung nach einer Richtung umdrehen.

Einstreichen des Kopfes. — Um im Kopfe den Spalt oder Einschnitt zu bilden, der zum Einsetzen des Schraubenziehers dient, wendet man eine kleine Maschine an, bei welcher der wirksame Hauptteil eine bogenförmige, um einen Mittelpunkt vor- und rückwärts schwingende Säge ist. Die Schraube wird in ein Loch eines schräg stehenden Hebels gesteckt, mittels dessen man den Kopf auf die Säge drückt.

Statt dieser Vorrichtung wird oft eine Drehbank gebraucht, an deren Spindel eine Fräse oder dicke kleine Kreissäge (Stahlscheibe von 4 bis 7 *cm* Durchmesser mit Sägezähnen auf dem Rande) eingespannt ist, die sich stetig umdreht. Da hierbei der Grund des Einschnittes bogenförmig vertieft ausfallen muss, so bedient man sich — um dies zu vermeiden — für die grössten Schrauben folgender etwas abgeänderten Einrichtung. Statt jede Schraube einzeln anzuhalten, steckt man 8 oder 10 Stück in einer Reihe nahe bei einander (die Köpfe oberhalb herausragend) in Löcher eines Schlittens oder Schiebers, welcher wagerecht unter der schnell umlaufenden Fräse allmählich durchgeführt wird. — In einigen Fabriken wird das Einstreichen des Kopfes sogleich nach dem Abdrehen desselben, also vor dem Schneiden des Gewindes, verrichtet.

Die Mitwirkung der Menschenhand bei der Verfertigung der Holzschrauben hat man mit vollständigem Erfolg zu beseitigen gesucht, indem man die Maschinen vollkommen selbstthätig machte, sodass z. B. die Drahtstücke haufenweise in eine Art Trichter geschüttet und aus diesem durch die Maschine selbst einzeln entnommen und der Bearbeitung zugeführt werden.[1])

Die Verfertigung der Ringschrauben (welche statt des Kopfes ein rundes Öhr haben) besteht in folgenden Arbeiten: 1) Abschneiden der Drahtstücke mittels einer Schere. 2) Erste Biegung am Kopfende, wodurch die Gestalt eines rundlichen Hakens entsteht. 3) Zweite Biegung auf einer Vorrichtung — ähnlich jener zum Biegen der Ringe an Messkettengliedern [2]) — in welcher der erwähnte Haken um einen Stahlstift gelegt und ein zweiter Stift mittels eines Handhebels so im Kreise um

[1]) Newton, D. p. J. 1842, 84, 414 m. Abb.
Sloan, Publ. industr. 1857, Bd. 10, S. 471 m. Abb.

[2]) Jahrbücher d. Wiener polyt. Inst., Bd. 18, S. 116 m. Abb.

ersteren herumgeführt wird, dass der Haken sich zu einem ziemlich gut geschlossenen Ringe gestaltet. 4) Prägen des Ringes zwischen zwei Stempeln in einer Schraubenpresse, wodurch derselbe die völlig regelmässige Gestalt erhält und jede sichtbare Wandöffnung daran verschwindet. 5) Abfeilen des vom Prägen entstandenen Grates auf dem äusseren Umkreise des Ringes (wobei jede Schraube zweimal im Schraubstocke eingespannt werden muss und dennoch ein 9- bis 10jähriger Knabe täglich 3000 Ringe befeilt). 6) Entfernung des Grates auf dem inneren Umkreise des Ringes mittels einer Fräse auf der Drehbank. 7) Einschneiden des Gewindes.

3. Nadeln.[1])

A. Nähnadeln. — Die Nadeln geben ein bemerkenswertes Beispiel von den Vorteilen, welche die fabrikmässige Teilung der Arbeit gewährt. Eine Nähnadel muss zu ihrer gänzlichen Vollendung 90 bis 120 mal durch die Hand gehen; es würde demnach unmöglich sein, sie um den bekannten niedrigen Preis herzustellen, wenn nicht einerseits jede Behandlung besonderen Arbeitern zugewiesen wäre, welche darin — weil sie immer nur diese ausführen — die grösste Fertigkeit erlangen und anderseits die meisten Arbeiten mit einer grossen Anzahl Nadeln gleichzeitig vorgenommen würden.

Man verfertigt die Nähnadeln teils aus Stahldraht, teils aus Eisendraht; im letzteren Falle müssen sie vor dem Härten durch Einsetzen (S. 35) in Stahl verwandelt werden. Die Verfertigung ist lange Zeit in solcher Weise betrieben worden, dass sie teilweise Handarbeit war, wogegen neuerlich die Anwendung von Maschinen in grösserer Ausdehnung stattfindet.

Die einzelnen Arbeiten finden wie folgt statt:

Der Draht, den die Fabrik in der gewöhnlichen Gestalt von Ringen erhält, wird zuerst auf einen achtarmigen Haspel gewickelt, dessen Umfang 4 bis 5 *m* beträgt. Man erhält auf diese Weise einen sehr grossen Ring, welcher mittels einer schräg stehenden Schere an zwei entgegengesetzten Punkten durchschnitten wird, sodass er in zwei Büschel, jedes 2 bis 2,5 *m* lang und aus 90 bis 100 Drähten bestehend, zerfällt. Die nämliche Schere wird zugleich angewendet, um diese langen Büschel ferner zu zerteilen, und zwar in Stücke oder sogenannte Schachte (Schafte), welche die doppelte Länge der Nadeln haben. Um dieses Mass richtig zu treffen, bedient sich der Arbeiter eines Masses oder einer Lehre (Schachtmodell), nämlich eines geraden 16 *cm* langen, 3 *cm* breiten, 1 bis 1,5 *mm* dicken Stahl- oder Eisenbleches, welches an einem Ende rechtwinklig 3 *cm* hoch aufgebogen ist. Durch ein Loch dieses aufgebogenen Teiles geht eine 14 *cm* lange, 6 *mm* dicke Schraube, welche ausserhalb mit einer Flügelmutter, innerhalb mit einer sechsseitigen Gegenmutter versehen ist, über der Mittellinie des Bleches liegt und am Ende in einer 5 *mm* dicken beweglichen Wand ihre Befestigung hat. Diese Wand, etwa von gleicher Höhe mit dem aufgebogenen Teile des Bleches und gleichlaufend zu demselben stehend, dient zum Anlegen der Drahtenden, bestimmt durch ihren Abstand von dem nicht aufgebogenen Ende des Bleches die Länge der Schachte, und

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1840, Bd. 10, S. 268 m. Abb. 1865, Ergänzungsband 4, S. 360 m. Abb.

wird deshalb nach Bedürfnis vermittels der beiden erwähnten Schraubenmuttern verstellt, hierauf noch besonders durch eine Druckschraube auf ihrem Platze gesichert. In neuerer Zeit geschieht das Schneiden der Schafte auf Maschinenscheren mit selbstthätiger Zuführung des Drahtes; sechs Schafte werden zugleich geschnitten; eine Schüttelvorrichtung legt dieselben gleichlaufend zu einander; ein Mann bedient 2 Maschinen; jede Maschine liefert stündlich 100 000 Schafte.

Die Schachte müssen zunächst gerade gerichtet werden, da sie zum Teile zufällig ein wenig verbogen sind, oder diejenige Krümmung haben, welche dem vorläufigen Aufwinden des Drahtes in Ringform entspricht. Dieses Richten (Feuerrichten) geschieht mittels einer einfachen Richtmaschine. Es werden 5000 bis 15 000 Schachte dicht zusammen in zwei starke eiserne Ringe gesteckt, welche letzteren von der Mitte und von den Enden der Drähte etwas entfernt bleiben; das Ganze glüht man schwach zwischen Holzkohlenfeuer, um die Drähte weich zu machen, und rollt es endlich noch warm zwischen einer festliegenden und einer darüber gelegten beweglichen Platte, welche letztere (das Streicheisen, der Streicher) so ausgeschnitten ist, dass sie nur auf die Drähte ihren Druck ausübt, nicht aber von den Ringen gehindert wird. Das Streicheisen ist 60 *cm* lang, und am untern Ende einer pendelartigen Vorrichtung aufgehängt, welche an Handgriffen von zwei Arbeitern hin- und hergeschoben wird.[1]) Fünf oder sechs solche Bewegungen reichen hin, das Richten zu bewerkstelligen, wobei zugleich der grösste Teil des Glühspanes durch die Reibung abfällt. Die geradegerichteten Schachte werden nun auf der Schleifmühle oder Schleifmaschine[2]) an beiden Enden zugespitzt (Schleifen). In derselben wirkt ein Schleifstein von hohlkehlenartig ausgeschweifter (hyperboloidischer) Gestalt, 21 *cm* lang, an den Enden 39 *cm* und in der Mitte nur 31 *cm* dick. Durch eine über diesem Steine angebrachte, mit Kautschuk umkleidete Scheibe von 37 *cm* Durchmesser, deren gleichfalls wagerechte Achse beinahe rechtwinklig gegen die Steinachse angeordnet ist, werden auf einer hohl bogenförmigen, mit der Scheibe gleichachsigen, den untern Teil derselben auf eine Bogenlänge von 75° umschliessenden, auch mit Kautschuk belegten Bahn die aus einem vorgelegten Vorrate hereinfallenden Nadelschachte langsam fortgerollt, wobei sie von einem Ende des Steines zum andern weiterschreiten und stets mit dem zuzuspitzenden Teile den Stein berühren. Zu diesem Zwecke macht die Scheibe minutlich nur 1 Umdrehung, wogegen der Schleifstein in derselben Zeit 1500 Umläufe vollbringt. Kräftige Sauger sorgen für die Entfernung des Stein- und Stahlstaubes.

Nimmt man beispielsweise Schachte von 1 *mm* Dicke, also 3,14 *mm* Umfang an, so würden auf der 242 *mm* langen bogenförmigen Bahn, falls sie ganz gefüllt wäre, in runder Zahl 240 Schachte Platz finden und gleichzeitig bearbeitet werden. Macht die Kautschukscheibe, deren Umfang 1162 *mm* beträgt, in 60 Sekunden einen Umgang, so braucht sie zur Durchmessung eines Bogens von 75° = 242 *mm* sehr nahe 12,5 Sekunden; das Doppelte hiervon = 25 Sekunden würde also jeder Schacht unter der Bearbeitung verweilen, wenn sich durchaus keine gleitende Bewegung der rollenden beimischte, und er würde sich dabei $\frac{242}{3{,}14}$ d. h. 77mal um seine Achse drehen. Während jener 25 Sekunden würden aber 240 Schachte abgeliefert, was minutlich 576 oder stündlich 34 560 betrüge. Gegen diese berechnete Leistung bleibt die wirkliche nicht sehr bedeutend zurück; es wird angegeben, dass die Maschine in 1 Minute 500 oder in 1 Stunde 30 000 Nadeln gewöhnlicher Stärke anspitzen könne.

Bevor die weitere wesentliche Bearbeitung, das Vorschlagen oder Prägen der Öhre, was zwischen zwei Gesenken stattfindet, folgt, schleift man zur Schonung der letzteren die Schafte in der Mitte blank (Mittenschleifmaschine).[3]) Dieselbe bearbeitet stündlich 10 000 Schafte und mehr.

---

[1]) D. p. J. 1838, **69**, 113.
[2]) Polyt. Centralbl. 1863, S. 839 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1875, **217**, 280 m. Abb.

Dann wird unter einem kleinen Fallwerke zwischen zwei Stempeln der mittlere Teil des Schachtes geprägt, wobei derselbe sich etwas abplattet, von oben und von unten her Eindrücke von der Gestalt der Öhre empfängt, links und rechts aber auf 3 bis 6 *mm* Länge ein Bart (Grat) herausgetrieben wird. Sofern die Nadeln mit Fuhren versehen sein sollen (— einzelne Fabriken lassen dieselben weg und geben dafür zur Erleichterung des Einfädelns dem Öhre eine längere eiförmige Gestalt —) bilden auch diese sich durch die Prägstempel. Dann folgt das Durchstossen der so vorgezeichneten Öhre (das Öhren) in einem kleinen Durchschnitte mit Schraube, zwei Zäpfchen am Stempel und zwei Löchern in der Mater. Die Herstellung der zum Prägen erforderlichen Stempel und der Patern, mit deren Hilfe sie erzeugt werden, bildet den wichtigsten und schwierigsten Teil der ganzen Fabrikation.

Das Prägen geschieht übrigens gegenwärtig meistens mittels sogenannter Stampfmaschinen; eine solche Maschine liefert stündlich etwa 3000 Stück und je 3 Maschinen erfordern zur Bedienung einen Mann. Auch für das Durchstossen kommen jetzt Maschinen zur Verwendung, deren Leistung ungefähr das Dreifache der Handarbeit beträgt.

Eine solche Stampfmaschine arbeitet z. B. wie folgt[1]): Eine gefurchte Walze dreht sich ruckweise so unter einem Trichter, dass jede ihrer Furchen einen der Schachte aufnimmt und bei jedem Fortrücken einer der letzteren frei herabfällt. Er trifft hierbei auf zwei gebogene Drähte, die ihre Höhlung nach oben kehren und so nebeneinander angebracht sind, dass der Schacht selbstthätig eine wagerechte Lage annimmt; seine Achse kommt hierdurch vor die seitlich angebrachte Mater zu liegen. Um nun auch die Längenmitte des Werkstückes genau vor die Mitte der Mater zu bringen, ist auf einer Seite ein festes, einstellbares, auf der andern Seite ein durch die Maschine bewegbares Plättchen angebracht. Letzteres stösst im richtigen Augenblicke gegen die ihm zugekehrte Nadelspitze und schiebt das Werkstück so, dass seine zweite Spitze gegen das feste Plättchen stösst. Nachdem so das Werkstück der Mater richtig gegenüberliegt, nähert sich der in wagerechten Führungen verschiebbare Stempel kraftvoll und vollzieht die Prägung; ein Hebelchenpaar wirft den Schaft fort, sowie der Stempel zurückgegangen ist. Fig. 95 ist ein vergrössertes Bild der geprägten Mitte zweier langöhriger Stopfnadeln. Man bemerkt, dass bei *i i* ein Teil des Metalles einen Grat gebildet hat, der zwischen den Öhren hindurch eine ebene Fläche bildet. Diese Fläche wird seitens der Lochmaschine benutzt, um den Schacht richtig auf die Mater zu bringen. Die wieder in einen Trichter gebrachten Schachte werden durch eine der wie oben beschriebenen ähnlichen Speisevorrichtung zwei Führungsbändern übergeben, welche je eins der Werkstücke so über den Rand einer Schiene führen, dass letztere zwischen die beiden Öhre greift, der plattenartige Grat auf der Schiene gleitet. Über der Mater angekommen, stösst sodann das Werkstück gegen zwei Stifte, welche es hindern, der Reibung der Führungsbänder zu folgen. Nachdem jedoch die Löcher der Öhre geschnitten, die Stempel wieder emporgestiegen sind, senken sich die erwähnten Stifte und gestatten dem Werkstück, den Führungsbändern zu folgen.

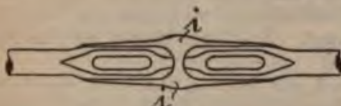


Fig. 95.

Zur ferneren Behandlung werden nun 80 bis 100 Doppelnadeln auf zwei durch ihre Öhre geschobene Stahldrähte angefädelt (Einreihen) und mit diesen auf ein Holzklötzchen gelegt, wo man sie, mit Ausnahme des mittleren Teils, vermöge zweier darüber gelegter, durch einen Tritt niedergezogener Eisenschienen bedeckt und einklemmt. In dieser Unbeweglichkeit gestatten sie, den vorerwähnten beim Prägen entstandenen Grat oder Bart mittels einer flachen Feile abzunehmen (das Feilen, Runden), welche Arbeit nach dem Umwenden des Bündelchens auch auf der anderen Seite vorgenommen wird. Statt der Feile

[1]) D. p. J. 1875, 217, 281 m. Abb.

verwendet man zur Beseitigung des Grates zweckmässig einen Schleifstein und verwendet handliche Einspannvorrichtungen[1]), um sowohl an Zeit, als auch an Güte der Arbeit zu gewinnen; ein Arbeiter bearbeitet stündlich an 10 000 Schafte.

Hierauf bricht der nächste Arbeiter die nur noch wenig an den Köpfen zusammenhängenden Nadeln (in Bündeln von 15—20 *mm* Dicke) auseinander, während die Einreihdrähte noch in den Öhren stecken bleiben. Die so entstehenden aus einfachen Nadeln gebildeten Reihen werden bis zur Hälfte der Nadellänge in Einspannzangen gefasst und auf kleinen kreisenden (mit Sauger versehenen) Schleifsteinen an den Köpfen gerundet.

Der Rand des Öhres hat vom Durchstossen her eine mehr oder weniger scharfe Kante, welche beim Nähen den Faden abschneiden würde. Es wird sogleich angegeben werden, auf welche Weise man gewöhnlich diesen Fehler beseitigt; einige englische Fabriken thun dies sofort nach dem Bearbeiten der Köpfe und zwar mittels einer kleinen Maschine[2]), worin die Nadeln in grosser Anzahl auf dünnen gehärteten (entweder kantigen, oder mit der Feile rauhgemachten, auch wohl mit etwas Öl und sehr feinem Schmirgel versehenen) Stahldrähten angefädelt, diese Drähte angespannt befestigt sind und eine rasche schwingende Bewegung erhalten, vermöge welcher die Nadeln auf den Drähten sich schwenken und das Ausschleifen der Öhre binnen etwa $1^1/_2$ Stunden erfolgt.

Die aus Stahldraht gemachten Nadeln werden nun unmittelbar **gehärtet**. Zu dem Zwecke legt man von je ungefähr 10 000 Stück auf Eisenblech-Tafeln von 30 *cm* Länge und 15 *cm* Breite, deren lange Seiten aufgebogen sind; macht sie in einem kleinen Ofen über Kohlenfeuer schwach rotglühend und wirft sie mit streuender Bewegung schnell in ein Gefäss mit Thran (oder mit Öl, worin weniger Nadeln sich krummziehen). Der Thran oder das Öl wird sodann durch einen Hahn abgelassen, die Nadeln aber rafft man mit eisernen Kellen zusammen und ordnet sie durch Schütteln in einer Mulde. In einigen englischen Fabriken soll die Erhitzung mittels eines Bades von geschmolzenem und rotglühenden Blei geschehen, wodurch allerdings eine gleichmässigere Hitze zu erreichen sein wird. — Die geringeren Arten, welche aus Eisendraht verfertigt sind, werden durch Einsetzen gehärtet, indem man sie (200 000 bis 300 000 Stück auf einmal) in einem irdenen oder gusseisernen Topfe mit **Härte**, d. h. mit einem Gemenge von gepulverter Holzkohle und Hornpulver einpackt, einen Deckel mit Lehm aufkittet und das Ganze im Ofenfeuer 7 bis 10 Stunden lang stark glüht. Nach dem Verkühlen werden die Nadeln vom Pulver befreit, in gleichlaufende Lage geschüttelt, in Ringe eingesteckt, zum Rotglühen erhitzt, gerichtet (sowie früher die Schafte), nach dem Abkühlen ebenso wie Stahlnadeln in Öl oder Thran gehärtet.

In jedem Falle müssen die gehärteten Nadeln durch **Anlassen** (**Ablassen**) von ihrer zu grossen Sprödigkeit befreit werden. Man verfährt auf verschiedene Weise. An einigen Orten werden die aus dem Härtekessel kommenden Nadeln in einer Pfanne über Feuer getrocknet, dann in einer zweiten Pfanne mit Schmalz erhitzt, bis dieses verbrannt ist. In anderen Fabriken erhitzt man sie auf der eisernen Deckplatte eines Ofens, bis sie rotgelb oder violett anlaufen. Bei diesem zweiten Verfahren ist es jedoch, um die Anlauffarbe zu erkennen, nötig, dass man die gehärteten Nadeln vorher vom Zunder befreie, was dadurch geschieht, dass man sie (bei 20 000 Stück) auf einer starken und dichten Leinwand ausbreitet, diese walzenförmig zusammenrollt, an beiden Enden mit einer Schnur fest umbindet, in Wasser taucht, und auf einem Tische mittels eines darüber gelegten Stockes in vor- und rückwärts wälzende Bewegung bringt. Die Nadeln scheuern sich durch diese Behandlung gegenseitig in dem erforderlichen Grade ab. Häufig geschieht das Anlassen auch in einer über Koksfeuer kreisenden Trommel oder in siedendem Thran oder man benutzt die **Blaumachmaschine**, bei der ein kreisendes Rädchen die Nadeln einzeln aufnimmt und durch eine so geregelte Gasflamme führt, dass sie beim

[1]) D. p. J. 1875, **217**, 283 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1842, **83**, 253 m. Abb.

Verlassen derselben bis zum richtigen Grade blau geworden sind. Eine solche Maschine bearbeitet stündlich gegen 50 000 Nadeln; ein Mann kann zwei Maschinen bedienen.

Sofern das Innere der Öhre nicht schon vor dem Härten auf die w. o. beschriebene Weise geglättet worden ist, geschieht solches jetzt, indem man mittels einer Reibahle die Ohrränder ein wenig aussenkt und ihrer Schärfe beraubt (Bohren). Hierzu dient eine wagerecht gelagerte, rasch kreisende Spindel, in deren Kopf die spitzige, vierkantige Reibahle steckt; auf diese muss jede Nadel einzeln und zwar mit jeder Seite des Öhres einen Augenblick gedrückt werden. Das Mädchen, welches die Arbeit ausführt, spannt 100 bis 200 Nadeln zugleich in eine breite Zange, legt sie durch geschicktes Streichen mittels eines Messers so, dass die Öhre winkelrecht zur Ebene der eingespannten Nadeln stehen, bohrt sodann die eine und hierauf die andere Seite sämtlicher Öhre. Man nennt die so behandelten gebohrte Öhre.

Unter den gehärteten und angelassenen Nadeln befinden sich viele, welche durch das Härten krumm geworden sind. Um diese herauszufinden und gerade zu machen (Hammerrichten), rollt eine Arbeiterin jede Nadel prüfend zwischen Daumen und Zeigefinger und richtet dieselbe, wenn sie eine Krümmung bemerkt, mit der Finne eines kleinen Hammers auf einem stählernen Schlagstöckchen.

Man schreitet nun zum Schleifen (Schauern oder Scheuern, Polieren), welches die langwierigste Arbeit der Nähnadel-Verfertigung ist. Auf einer Unterlage von mehrfacher grober und dichter Leinwand schichtet man die Nähnadeln (ungleiche — jedoch des nachherigen Sonderns halber sehr verschiedene — Dicken zusammen, alle gleichlaufend liegend und 7 oder 8 Reihen der Länge nach aneinander) in mehreren abwechselnden Lagen mit scharfem Sande, begiesst das Ganze mit Rüböl, rollt es fest zu einem wurstähnlichen Körper zusammen, bindet diesen Ballen an den Enden, und umwickelt (verstrickt) ihn noch mit einer straff angespannten Schnur. Ein Ballen, der 45 bis 60 *cm* lang und 8 *cm* bis 13 *cm* dick ist, enthält 150 000 bis 200 000, ja selbst eine halbe Million Nadeln, und oft werden 12 bis 20 oder 40 Ballen zugleich auf einer Maschine bearbeitet, zu deren Bedienung ein einziger Mensch hinreicht. Die Maschine zum Schleifen der Nähnadeln (die Scheuermühle, verderbt: Schauermühle, Schormühle)[1]) besteht im wesentlichen aus einem starken Tische, auf welchem die beschriebenen Ballen durch Hin- und Herziehen einer auf ihnen liegenden starken hölzernen Tafel vor- und rückwärts gerollt oder gewälzt werden, sodass das Ganze Ähnlichkeit mit einer gewöhnlichen Wäsch-Rolle oder Mange hat. Oft ist umgekehrt die untere Tafel beweglich, und das obere, beschwerte Blatt liegt fest, wodurch der Erfolg keine Abänderung erleidet. Die Ballen durchlaufen einen Raum von 30 bis 45 *cm* Länge und zwar in einer Minute 18 bis 20mal hin und ebenso oft her. Nach 10- bis 18stündiger Bearbeitung öffnet man den Ballen, reinigt die Nadeln mittels Sägespänen in einer Tonne, die um ihre eigene Achse gedreht wird, trennt sie von den Spänen durch Schwingen in einer Mulde und bringt sie durch Schütteln wieder in gleichlaufende Lage. Sie werden hierauf abermals in Ballen eingedreht und das Scheuern auf der Mühle nebst den darauf folgenden, eben genannten Arbeiten wiederholt sich. Diese ganze Behandlung wird überhaupt fünf- bis zehnmal nacheinander auf gleiche Weise vorgenommen, nur dass man die letzten Male statt des Sandes trockene Kleie anwendet. Die sogenannte englische Politur, welche viel schöner als die gewöhnliche ist, wird nicht mittels Sand hervorgebracht, sondern mit Schmirgel, Öl und weicher Seife angefangen, mit Zinnasche oder Kolkothar fortgesetzt und mit Kleie beendigt. Wenn man sich der Zinnasche oder des Kolkothars bedient, so werden die Nadeln in einer kupfernen Trommel mit heissem Seifenwasser gewaschen und mit Sägespänen in der erwähnten Tonne abgetrocknet.

Die polierten Nadeln werden gleichlaufend und dann so gelegt, dass Öhr neben Öhr sich befindet. Die gleichlaufende Lage erhält man durch das schon

---

[1]) D. p. J. 1822, 5, 64 m. Abb.

oben angezeigte Mittel (Schütteln in einer Mulde); dann aber bringt man die Nadeln auf einen Tisch, an welchem Kinder sie in zwei Abteilungen sondern, je nachdem die Spitzen nach der linken oder rechten Seite liegen: sodass in jeder Abteilung alle Nadeln gleich liegen (Behöhlegen). Die Nadeln werden mit beiden Zeigefingern in eine dünne Schicht auseinander gezogen, die dickeren Köpfe ziehen sich dabei nach aussen und werden so behöh. Rascher gelangt man zum Ziele, indem man die Nadeln winkelrecht zur Tischkante ausbreitet, die Tischschublade etwas hervorzieht und nunmehr mittels eines Lineals die Nadelreihe behutsam über die Tischkante schiebt. Diejenigen Nadeln, welche mit dem Öhre der Tischkante zugekehrt sind, kippen früher nach unten; da man rechtzeitig mit dem Schieben aufhört, so bleiben die anderen Nadeln auf dem Tisch liegen.

Nach dem Scheuern aber werden die Köpfe (Öhr-Enden) noch einmal angelassen, dass sie blau anlaufen, um sie als den schwächsten Teil der Nadel weniger zerbrechlich zu machen. Hierzu bedient man sich entweder eines durch einen Ofen glühend gehaltenen eisernen Bolzens, mit welchem man die in eine breitmaulige Zange eingespannten Nadeln in Berührung bringt, oder man benutzt die Blaumachmaschine (S. 469).

Um den beim Scheuern mehr oder weniger abgestumpften Spitzen ihre volle Schärfe wiederzugeben, werden die Nadeln nachgespitzt, aber nicht auf einem Steine, sondern auf einer in einer kleinen Drehbank eingespannten Schmirgelwalze von ungefähr 5 *cm* Durchmesser und 20 *cm* Länge; zugleich entfernt man das überflüssige Blau an den Köpfen und rundet diese nochmals; endlich poliert man die ganze Länge der Nadeln auf einer Lederscheibe mit Schmirgel. Bei diesen beiden Behandlungsweisen werden die Nadeln zu 20, 50, ja 100 zwischen Daumen und Zeigefinger der rechten Hand, oder zwischen die flach aufeinandergelegten Hände genommen und, während sie von den Werkzeugen bearbeitet werden, gerollt. Beim Polieren behandelt man zuerst die Spitzen, dann die Öhre.

Gelegentlich des w. o. erwähnten Ordnens der gescheuerten Nadeln sucht man die zerbrochenen und die krummen Nadeln aus und richtet letztere mit dem Hammer gerade. — Die Nadeln, deren Spitzen beim Scheuern abgebrochen sind, werden ausgesucht, aber nicht verworfen, sondern neu angeschliffen und als kürzere verkauft. Um solche Stücke schnell zu entdecken, steckt ein Arbeiter 2000 bis 3000 Nadeln in einen 5 *cm* weiten eisernen Ring, stösst die Öhre auf dem Tische gleich und sieht nun scharf auf die Spitzen, wodurch die kürzeren leicht bemerkt werden, die man dann mit einer am Öhre umgebogenen Nadel an der abgebrochenen Spitzenseite herauszieht. Statt dessen sucht man den Nadelhaufen durch zwei gleichlaufend gehaltene Brettchen aufzuheben, wobei die längeren Nadeln folgen, während die kürzeren liegen bleiben. Man ordnet auf diesem Wege die Nadel in mehrere Gruppen, da die Verfertigungsweise eine völlige Gleichheit der Länge nicht ergiebt.

Zur Verpackung werden die Nadeln bekanntlich hundertweise (oder viertelhundertweise) in Papierpäckchen, Briefe, eingeschlagen. Das Abzählen wird oft durch eine mechanische Vorrichtung[1]) sehr beschleunigt oder eigentlich ganz erspart. Das Wesentliche hiervon besteht in einem eisernen Lineale, in dessen Oberfläche der Quere nach hundert Furchen, der Dicke der Nadeln entsprechend, eingeschnitten sind. Indem der Arbeiter zwischen Zeigefinger und Daumen eine Anzahl Nadeln fasst und damit über das Lineal hinfährt, bleibt in jeder Furche eine Nadel liegen (zwei haben darin nicht Platz); sobald ein Blick gelehrt hat, dass keine Furche leer blieb, ist auch das Zählen geschehen. In einigen Fabriken wägt man, statt zu zählen, nachdem das Gewicht von hundert Nadeln festgestellt ist, in anderen benutzt man folgende Zählmaschine[2]):

Ein Vorrat von Nadeln liegt am oberen Ende einer geneigt angebrachten Spiegelglasplatte; eine Nadel nach der andern gleitet von selbst zwischen dieser

---

[1]) D. p. J. 1875, **217**, 284 m. Abb.
[2]) Polyt. Centralbl. 1863, S. 841 m. Abb.

Glasplatte und einer nahe über derselben befindlichen Stahlschiene hinab, und gerät unter eine stählerne, das Glas beinahe berührende Scheibe von 7 *mm* Dicke und etwa 30 *mm* Durchmesser, welche mittels einer Handkurbel um ihre wagerechte Achse gedreht wird. Die Scheibe enthält auf ihrer Randfläche 100 zur Achse gleichlaufende Kerben, geräumig genug um eine Nadel einzulassen; bei jeder 25sten Kerbe ist ein tieferer Einschnitt, in welchen ein Sperrkegel fällt, um einen Haltpunkt fühlbar zu bezeichnen; allein bei weiterem Drehen hebt sich der Sperrkegel von selbst wieder aus. Am Fusse der schiefen Fläche liegt das bereits gefaltete, aber offene Papier. Indem nun jede Kerbe der Scheibe, bei Umdrehung der letzteren, eine Nadel an deren mittlerem Teile fasst, mitnimmt und in das Papier hinabrutschen lässt, braucht die bei der Maschine beschäftigte Arbeiterin nur jedesmal, wann der Sperrkegel einfällt, mit dem Drehen innezuhalten, das volle Papier wegzunehmen und ein leeres vorzulegen, um ohne weiteres in jedem Päckchen 25 Nadeln zu vereinigen. —

100 *kg* Draht (Schachte) würden bei grossen und mittleren Arten durchschnittlich 75 *kg* fertige Nadeln geben, wenn nicht manches Stück während der Bearbeitung durch Zerbrechen u. s. w. verloren ginge. Von einer groben Nummer wogen 100 Schachte 90,7 *g* und 200 Nadeln 67,7 *g*; von einer feineren 100 Schachte 39,9 *g* und 200 Nadeln 30,0 *g*. — Gute Nähnadeln müssen vollkommen gerade sein, sich schlank zu einer scharfen, genau in der Achse liegenden Spitze verjüngen, feinen Glanz besitzen, im Öhre nicht rauh oder scharf sein, und weder sich bleibend biegen, noch gar zu leicht brechen.

Man unterscheidet im Handel viele Nadelarten, deren Unterschiede teils in der Länge und Dicke, teils in der Gestalt der Öhre (**rundöhrige**, **kurzöhrige** und **langöhrige** Nadeln), teils in der mehr oder weniger feinen Glätte, der Güte des Stahles u. s. w. liegen. Die Nähnadeln zerfallen wenigstens in drei Gattungen, welche sich durch ein verschiedenes Verhältnis der Dicke und Länge voneinander unterscheiden. Man nennt sie **lange** oder **dünne**, **halblange** oder **halbdicke** und **kurze** oder **dicke**. Diese drei Gattungen kommen in zwölf Stufen, No. 1 bis 12, vor, wobei durchgehends die höchste Nummer die feinste Art anzeigt. Länge und Dicke der kleinsten und grössten Arten sind annähernd wie folgt:

	Lange		Halblange		Kurze	
	No. 1	No. 12	No. 1	No. 12	No. 1	No. 12
Länge in Millim.	48	28,5	42	23	36	22
Dicke „ „	1,19	0,34	1,19	0,34	1,19	0,42
Gewicht von 1000 Stück, Gramm	339	18	295	14,4	255	21

Eine vollständigere Reihe enthält folgende Gattungen: 1) **schlanke**, No. 1 bis 12, die eigentlichen oder gewöhnlichsten Nähnadeln; 2) **halbschlanke**, No. 1 bis 10, etwas kürzer, für stärkere Arbeit bei Schneidern und im Haushalt; 3) **kurze**, No. 1 bis 10, kürzer als die vorigen, für Schneider; 4) **mittlere**, No. 1 bis 10, kürzer und ein wenig dicker als kurze, auch stärker in der Spitze, zu starker Leinwand, zur Korsettnäherei u. dgl.; 5) **stumpfe**, No. 1 bis 10, ein wenig kürzer und auch etwas dicker als die vorigen, mit noch stärkeren Spitzen, die grösseren zum Teppichnähen, die kleineren zum Einfassen der Hüte u. s. w.; 6) **Stroh**, No. 1 bis 10, dünn und viel länger als alle vorstehenden, zu Putzmacherei und anderer sehr leichter Arbeit. —

Man findet sehr annähernd das Gewicht von 1000 Stück Nähnadeln in Grammen (G) mittels der Formel

$$G = l \times d^2 \times P,$$

worin l die Länge und d die Dicke der Nadeln (beide in Millimeter ausgedrückt), P aber eine aus der Erfahrung abgeleitete Zahl bedeutet. Diese letztere Zahl muss etwas verschieden genommen werden, je nach dem Verhältnisse zwischen Länge und Dicke, welches durch den unechten Bruch $\frac{l}{d}$ dargestellt wird. Es ist nämlich:

für $\frac{l}{d} = 30$ bis 50 . . . $P = 5,08$
„ „ $= 51$ „ 60 . . . $P = 5,20$
„ „ $= 61$ „ 90 . . . $P = 5,35$
„ „ grösser als 90 . . . $P = 5,42$

ndere Arten der Nadeln sind: die Stopfnadeln, 35 bis 63 *mm* t sehr langen und weiten Öhren; lange Stopfnadeln, 54 bis die Tapetnadeln, 33 bis 42 *mm*, mit besonders erweiterten on 12 *mm* Länge; Packnadeln, 65 bis 80 *mm*, gerade und an der Spitze zweischneidig; zweiöhrige und dreiöhrige (Schnürnadeln), mit 2 oder 3 Öhren untereinander, von breiten Draht; Schuhmacher-Nadeln, 26 bis 46 *mm*, mit -, teils vierschneidiger Spitze, am Öhre etwas gebogen oder auch Hutnadeln, 52 bis 72 *mm*, die Spitze rund, zweischneidig oder idig, die Öhre teils rund, teils kurz, teils lang; Sattlernadeln, 0 *mm*, statt der Spitze eine runde Schneide; Billardnadeln, gener Spitze, zum Ausbessern des Tuchüberzuges an Billardtafeln. Einführung der Nähmaschinen ist die Verfertigung der zu diesen chen Nadeln (Nähmaschinen-Nadeln), bei welchen das Öhr er der Spitze sitzt, wichtig geworden.

macht sich im allgemeinen ein grösseres Mass von Sorgfalt für jede Nadel erforderlich. Man schneidet zunächst aus dem besten Stahldraht n der Länge einer Nadel und richtet diese wie andere Schachte im den Zustand. Haben die Nadeln keine Kolben (dickere Ansätze zum ben in die Nadelstange), so werden sie (nach erfolgtem Blankschleifen Schmirgelscheibe) im Fallwerke geformt, auf einer Fräsmaschine mit auf einem Durchschnitte mit dem Auge versehen; man entfernt hierauf feilen jeder einzelnen Nadel den beim Prägen gebildeten Bart und eselbe mittels eines kleinen Hammers auf einem ganz ebenen Amboss Sollen die Nadeln (wie bei der Howe'schen Schiffchenmaschine und bei denkettenstichmaschine von Wilcox & Gibbs) mit Kolben versehen sein, der Stahldraht von der Dicke dieses Kolbens gewählt und vor dem uf die erforderliche Länge zur Nadeldicke abgedreht, abgefräst oder deren kleinen Schmiedemaschinen) ausgeschmiedet werden; die alsdann und gelochten Nadeln werden auf der Spitzen- und Kolbenseite gerichtigen Länge abgeschnitten, auf kleinen Schleifsteinen (rund, queroder meisselförmig) gespitzt, am Kolbenende gerundet und ringsum hliffen; das Auge wird in der (auf S. 470) beschriebenen Art ausget. Nach erfolgter Reinigung der Nadel wird dieselbe von neuem mit mer gerichtet, sorgfältig gehärtet und angelassen, auf Schmirgel- und heiben blankgemacht; die Rillen werden fein ausgeschliffen, das Auge hmals durch lang andauerndes Hin- und Herziehen auf einem mit Schmirgel bedeckten Faden auspoliert. Sodann wird die Nadel mit ser abgewaschen und mit Sägemehl getrocknet, mittels der Lupe auf neste (besonders im Auge) untersucht und von rauhen oder unebenen die sich hierbei ergeben, durch Nacharbeit befreit. Endlich werden ln abermals gerichtet, sodass die Spitze und die Achse der Nadel und ens genau in eine Gerade fallen; die Spitzen werden von Hand auf einen Schleifstein nachgeschärft und (wie auch die übrige Oberfläche l) auf das Feinste mittels Schmirgelscheiben poliert. Die fertigen Naden zu je 12 Stück in das bekannte schwarze Papier verpackt. Es en 100 verschiedene Maschinen-Nadelarten (den verschiedenen Näh- entsprechend) und von jeder derselben etwa 30 Nummern und en.

B. Als den Nähnadeln in der Form und Verfertigung verwandt, mögen hier die **Hechelnadeln, Hechelzähne** (zu Flachshecheln) Erwähnung finden.

Man hat sie von 18 bis 36 *mm* Länge zu den Hechelkämmen der Flachsspinnmaschinen; hierzu werden oft die in der Nähe des Öhres beim Scheuern (S. 471) abgebrochenen Nähnadeln benutzt; ferner von 5 bis 19 *cm* Länge für Handhecheln. Bis aufwärts zu etwa 9 *cm* Länge werden sie aus Stahldraht durch ein der Nähnadelverfertigung wesentlich gleiches Verfahren (wobei nur alle auf das Öhr bezüglichen Arbeiten wegfallen) dargestellt. Für die kleinen, höchstens 5 *cm* langen Nadeln schneidet man den Draht in Stücke von etwa 20 *cm* Länge; diese werden dann auf dem trockenen Schleifsteine an beiden Enden zugespitzt, in der bestimmten Länge abgeschnitten, wieder gespitzt, abgeschnitten und so fort bis nur noch Endchen als Abfall übrig sind. Grössere Nadeln werden nur in der doppelten Länge geschnitten und nach dem Anspitzen beider Enden in der Mitte durchgeteilt. Das Härten geschieht wie bei den Nähnadeln. Zum hierauf folgenden Anlassen bedient man sich eines eisernen Kästchens, ungefähr 18 *cm* lang, 3 *cm* breit und hoch, welches mit 6 Abteilungen versehen ist, deren jede etwa 3 *cm* im Quadrat misst. Diese Abteilungen werden mit Hechelnadeln so gefüllt, dass alle dicken Enden auf dem Boden des Kästchens ruhen und die Spitzen nach oben stehen. So gefüllt wird das Kästchen auf die geheizte Eisenplatte des Anlassofens gestellt, um von unten die Hitze zu empfangen. Von Zeit zu Zeit zieht der Arbeiter eine Nadel und versucht sie am dicken Ende mittels eines leichten Hammerschlages umzubiegen; lässt sich die Nadel auf diese Weise biegen ohne zu brechen, so ist der richtige Zeitpunkt eingetreten, um unverzüglich den Inhalt des Kästchens auszuschütten. Die krummen Stücke sucht man dann aus, damit sie durch vorsichtiges Hämmern gerade gerichtet werden. Nun folgt das Scheuern oder Polieren, welches dem der Nähnadeln gleich ist; und nachdem schliesslich die Nadeln noch nachgespitzt worden (vergl. S. 471), sind sie zum Verkaufe fertig. — Hechelzähne von 10 *cm* und darüber in der Länge sind am Fusse (an dem dicken Ende) vierkantig, und werden nicht aus Draht, sondern aus quadratisch gewalzten Stahlstäbchen gemacht. Da hier das Zuspitzen durch Schleifen zu zeitraubend sein würde, so werden sie durch Schmieden aus freier Hand (ohne Gesenk) zur schlank verjüngten Gestalt ausgebildet, und zwar in doppelter Länge so, dass ein mittlerer Teil von 2 bis 5 *cm* die vierkantige Gestalt behält. Die Vollendung geschieht auf dem Schleifsteine mit mehreren gleichzeitig, unter drehender Bewegung zwischen den flachen Händen. Nach dem Durchteilen, dem Härten und Anlassen, nötigenfalls auch Geraderichten, folgt das Polieren, welches nicht durch Scheuern in Packen (Ballen), sondern auf einer Lederscheibe mit Schmirgel (S. 472) verrichtet wird.

C. Stricknadeln. — Ihre Verfertigung hat mit jener der Nähnadeln grosse Ähnlichkeit, ist jedoch viel einfacher, indem alle Arbeiten, welche auf die Bildung des Öhres Bezug haben, wegfallen.

Der Eisen- oder Stahldraht wird mittels des Schachtmodelles in gehörigen Längen zugeschnitten, die Schachte werden auf der Maschine gerichtet (S. 467), an beiden Enden rundspitzig angeschliffen, gehärtet (die eisernen eingesetzt), angelassen und auf der Scheuermühle poliert. Die Länge der Stricknadeln ist 20 bis 25 *cm*; hinsichtlich der Dicke werden viele Stufen gemacht, die man dergestalt mit Nummern bezeichnet, dass die höheren Nummern den dünneren Nadeln entsprechen. Grössere Gattungen von Stricknadeln, 30 bis 60 *cm* lang, werden nur an einem Ende zugespitzt, am andern mit einem messingenen Kopfe nach Art der Stecknadeln versehen (Kopfnadeln).

D. Haarnadeln.

Sie werden aus Eisendraht im Schachtmodelle geschnitten, an beiden Enden zugespitzt und über einer Klammer zusammengebogen. Eingesetzt oder gehärtet

rden sie nicht; man lässt sie aber blau anlaufen oder schwärzt sie mit Leinöl . 441). Eine Verbesserung sind die aus doppelt zusammengedrehtem Drahte machten Haarnadeln, welche durch ihre schraubenartigen Windungen fester Haare stecken.

E. Stecknadeln. — Ihre Darstellung begreift: die Verfertigung s Schaftes, die Verfertigung des Kopfes, die Verbindung des Kopfes it dem Schafte, endlich einige Arbeiten zur Vollendung oder Verschö- rung der Nadeln. Hier, wie bei den Nähnadeln, macht allein die brikmässige Teilung der Arbeit und die fast durchweg stattfindende eichzeitige Behandlung einer grossen Anzahl von Stücken, den geringen reis möglich. — Der Rohstoff ist in der Regel Messingdraht; nur selten erden Nadeln aus Eisendraht gemacht, die man blau anlaufen lässt oder it Leinöl in der Hitze schwärzt (Trauer-Nadeln), bei deren Verfer- gung übrigens kein eigentümliches Verfahren vorkommt.

Der Messingdraht zu den Schäften der Stecknadeln muss so hart und steif s möglich sein; es ist deshalb zweckmässig, nicht unmittelbar den käuflichen aht anzuwenden, sondern denselben in etwas grösserer Dicke anzukaufen und rch einige Löcher eines Drahtzieheisens zu ziehen (S. 230). Diese Vorarbeit gerechnet, beginnt die Verfertigung der Nadeln mit dem Gerademachen oder chten des Drahtes. Letzterer kommt von der Ziehscheibe in Ringen, die bis 23 *cm* Durchmesser haben: diese Krümmung wird ihm benommen, indem an ihn zwischen den Stiften des Richtholzes durchzieht, oder eine Draht- htmaschine (I, 309) anwendet.

Beim Richten zerlegt man den Draht gleichzeitig in 5 bis 7 *m* lange ücke, welche gleichgestossen und (100 bis 200 und mehr zugleich) in Schäfte n der zwei-, drei- oder vierfachen Länge der Nadeln zerschnitten werden (das rschroten). Die Werkzeuge hierzu sind eine an einem hölzernen Klotze be- tigte, mit dem Fusse bewegte Stockschere (die sogenannte Schrotschere) d ein Schaftmodell, welches mit dem bei der Nähnadelverfertigung ge- äuchlichen Schachtmodelle (S. 466) hinsichtlich der Einrichtung und des Ge- auches übereinstimmt. Die längere Abteilung des Schaftmodelles ist 2-, 3- oder nal so lang als eine Stecknadel, die kürzere hat gerade die Länge einer Nadel. r Arbeiter kann etwa sechs Schnitte in einer Minute machen und stündlich 000 bis 50 000 Schäfte liefern. Diese werden nunmehr an beiden Enden gespitzt, und wieder in grosser Anzahl auf einmal mittels der kürzeren Ab- lung des Schaftmodelles in einzelne Nadellängen zerschnitten.

Haben die Schäfte nur die doppelte Nadellänge, so erfordern sie einen nzigen Schnitt durch die Mitte; ausserdem aber sind zwei oder drei Schnitte twendig, wobei es sich von selbst versteht, dass vor jedem folgenden Schnitt ue Spitzen gemacht werden müssen. Am besten ist es, auch im ersten lle zwei Schnitte daranzuwenden, um lauter ganz gleiche Nadeln zu er- lten, mit Aufopferung eines kleinen Abfalles.

Das Spitzen oder Anspitzen der Stecknadeln weicht von jenem der hnadeln wesentlich nur darin ab, dass es nicht auf einem Schleifstein, sondern rn auf einer scheibenförmigen Feile, dem Spitzringe, geschieht. [illegible] bis 15 *cm* im Durchmesser, 4 bis 5 *cm* in der Breite und macht [illegible] 00 Umdrehungen in der Minute. Sein Umkreis oder seine Stirn [illegible] legt, wie eine Feile mit Unter- und Oberhieb versehen, und [illegible]

Zu feinen Nadeln gebraucht man zwei Spitzringe, welche [illegible] f derselben Achse sich befinden, nämlich einen mit gröberem [illegible] itzen vorzuarbeiten, und einen feineren, um sie zu vollenden [illegible] man kann drei oder vier Spitzringe von stufenweise [illegible] ner Walze vereinigen. — Der vor dem Spitzringe [illegible] beiter nimmt 20, 30 oder 40 Drahtstücke, breitet sie [illegible] iden Daumen und Zeigefingern aus, legt sie an den [illegible]

mittels der Daumen eine drehende Bewegung um sich selbst, welche dadurch erleichtert wird, dass die Richtung der Drähte einen kleinen Winkel mit der Ebene des Spitzringes macht. In einer Stunde können 3500 bis 4000 Schäfte an beiden Enden mit Spitzen versehen werden. Das Zuspitzen ist eine der Gesundheit höchst nachteilige Arbeit, indem ausser den grösseren Feilspänen, welche von dem Spitzringe abfliegen und schnell niederfallen, eine Menge feiner Messingstäubchen sich in der Luft verbreiten und zum Teil eingeatmet werden. Wie sehr das Messing in die Organe des Körpers eindringt, zeigt sich auf eine merkwürdige Weise dadurch, dass die Haare der Zuspitzer gewöhnlich mit der Zeit sich grün färben. Man kann hier die nämlichen Sicherungsmittel anwenden, wie beim Schleifen der Nähnadeln (S. 467). — Die durch längeren Gebrauch stumpf gewordenen Spitzringe erlangen durch Beizen mit Scheidewasser wieder einige Schärfe (vergl. S. 296). Man erkennt, dass der Ring stumpf ist, an der schneller eintretenden Erhitzung der Nadeln.

Die Köpfe oder Knöpfe der Stecknadeln bestehen gleichfalls aus Messingdraht, und zwar aus solchem, der ein wenig dünner ist, als der Draht zu den Schäften. Dieser Knopfdraht wird zuerst über einem 60 bis 90 *cm* langen Messingdrahte von der Stärke der Nadelschäfte (der Knopfspindel) zu schraubenartigen Röhrchen, Spindeln, gewunden.

Man bedient sich zu dieser Arbeit (welche das Spinnen genannt wird) des Knopfrades, welches aus einem grossen, durch eine Kurbel und einen Tritt umgedrehten Rade und aus einer eisernen, mit einer kleinen Rolle versehenen Spindel besteht. Eine Schnur ohne Ende läuft über das Rad und die Rolle, wodurch letztere in schnelle Umdrehung (1800 bis 3000 Umläufe in einer Minute) gesetzt wird. Die eiserne Spindel, welche diese Drehung teilt, endigt ausserhalb des einen ihrer Lager in einen Haken, an welchen mittels einer Schlinge die messingene Knopfspindel gehängt wird. Letztere empfängt auf diese Weise ebenfalls eine Drehung um ihre Achse und wickelt demzufolge den Knopfdraht um sich, den man daran befestigt, und von einem Haspel her zuleitet. Um aber hierbei die Knopfspindel gerade ausgespannt zu halten und die Aufwicklung des Drahtes auf dieselbe zu regeln, sodass Windung dicht an Windung sich legt, dient ein Knopfholz: ein Stück harten Holzes von 5 *cm* Länge, 25 *mm* Breite und Dicke, welches auf seiner quadratischen Endfläche zwei eiserne Stifte und zwei kleine Öhre von Eisendraht enthält. Indem der Arbeiter die Knopfspindel zwischen die zwei Stifte legt, den aufzuwickelnden Draht aber durch die zwei Öhre laufen lässt, führt er das in in seiner Hand befindliche Knopfholz mit angemessener Geschwindigkeit längs der Knopfspindel (von dem befestigten Ende derselben nach dem freischwebenden) hin.

Eine Person kann den Draht zu 36 000 Nadelköpfen in einer Stunde spinnen. — Schraubenförmig von Draht gewundene Röhrchen, nach obiger Art verfertigt, werden bekanntlich als Federn (Hosenträgerfedern, Drahtfedern) angewendet. Zu schnellerer Darstellung derselben giebt es eigene Maschinen, welche mehrere Drähte zugleich verarbeiten und auch zum Spinnen des Knopfdrahtes dienen können.

Mittels der Knopfschere (einer Stockschere mit 8 bis 10 *cm* langen, fast 5 *cm* breiten, an der Schneide dünngeschliffenen und äusserst wenig übereinander tretenden Blättern, vergl. S. 261) werden die von der Knopfspindel abgezogenen Röhrchen, 4 bis 12 auf einmal, in kurze Stückchen zerschnitten, deren jedes einen Nadelkopf giebt. Die Übung und Geschicklichkeit des Arbeiters weiss es dahin zu bringen, dass jeder abgeschnittene Teil genau zwei Umgänge des gewundenen Drahtes enthält: eine Bedingung, ohne welche der Kopf nicht seine richtige Grösse und Gestalt erhalten würde.

Ein fertiger Arbeiter schneidet 20 000 bis 40 000 Köpfe in einer Stunde. Die Köpfe werden, um sie recht weich zu machen und dadurch die nachfolgende Arbeit zu erleichtern, in einem grossen eisernen Löffel über Kohlenfeuer ausgeglüht, hierauf aber mit verdünnter Schwefelsäure oder mit Essighefe wieder blankgebeizt. — Der Kopf einer Stecknadel wiegt durchschnittlich den achten Teil vom Gewichte des Schaftes, sodass 1 *kg* Köpfe für 8 *kg* Schäfte hinreicht.

Die Verbindung des Nadelschaftes mit dem Kopfe, wobei letzterer zugleich seine kugelförmige Gestalt erhält, geschieht durch das Anköpfen; die dazu dienende Vorrichtung ist die Wippe, Nadler-Wippe, ein kleines Fallwerk, welches von einer Arbeiterin oder einem Kinde bethätigt und bedient wird. Der Hauptbestandteil der Wippe ist eine senkrechte, 1 bis 1,5 *kg* schwere Eisenstange, welche in Leitungen auf- und niedergeht, mit einer 4 bis 6 *kg* wiegenden Bleikugel beschwert ist, und mittels eines Hebels, einer Schnur und eines Fusstrittes aufgehoben wird. Im unteren Ende dieser Stange ist ein kleiner stählerner Stempel angebracht, und der dazu gehörige Unterstempel steht unbeweglich auf einem starken Tische oder Holzklotze, der die Grundlage der Wippe ausmacht. Die erwähnten Stempel sind gehärtet und violett angelassen; ihre einander zugekehrten Flächen, welche sich berühren, wenn der Oberstempel nicht aufgehoben ist, sind nur 1 *cm* im Quadrat gross. Der Oberstempel enthält ein halbkugliges Grübchen von der Grösse des halben Nadelkopfes; der Unterstempel ein ganz gleiches Grübchen nebst einer davon ausgehenden, bis an den Rand der Stempelfläche reichenden Kerbe.

Die Grübchen der Stempel sind mittels des Lüfters (einer 6 *cm* langen, rundspitzig zulaufenden und halbkuglig endenden harten Stahl-Punze) eingeschlagen; und eben dieses Werkzeuges bedient man sich, um die durch den Gebrauch abgenutzten Stempel auszubessern, nachdem man dieselben durch Ausglühen weich gemacht hat. — Die vor der Wippe sitzende Person hat neben sich die angespitzten Schäfte und die geschnittenen Köpfe zur Hand; ein Kästchen dient zum Hineinwerfen der fertigen Nadeln. Sie fährt mit der Spitze eines Schaftes in die Masse der Köpfe und spiesst einen derselben auf, der dann sogleich nach dem Kopfende hingeschoben wird. Nachdem nun durch den an der Wippe befindlichen Tritt die Stange mit dem Oberstempel aufgehoben ist, wird die Nadel dergestalt wagerecht auf den Unterstempel gebracht, dass der Kopf in die halbkugelförmige Vertiefung, der Schaft dagegen (um nicht abgeplattet zu werden) in die Kerbe zu liegen kommt, die Spitze aber mit den Fingern gehalten wird. Durch wiederholtes Fallenlassen der beschwerten Stange (deren Hubhöhe dabei gewöhnlich nicht viel über 12 *mm* beträgt) giebt man nun vier bis sieben Schläge mit dem Oberstempel, wobei nach jedem Schlage die Nadel gedreht wird. So bildet sich der Kopf zwischen beiden genau aufeinander passenden Stempeln kugelförmig, und die zwei Drahtwindungen, aus welchen er besteht, pressen sich dergestalt fest zusammen, dass man an der fertigen Nadel nur noch ihre Spur durch eine feine, kaum sichtbare Linie entdeckt.

Das Festsitzen des Kopfes auf der Nadel wird grösstenteils schon durch den stattfindenden Druck erreicht; mitwirkend aber sind dabei auch zwei andere Umstände, nämlich der kleine Grat, der am Kopfende des Nadelschaftes durch das Abschneiden mit der Schere entstanden ist, und die eigentümliche Gestalt der im Unterstempel befindlichen Kerbe, welche auf der Nadel einen Eindruck macht und das Metall ein wenig nach dem Innern des Kopfes hin staucht. Ein gehörig geübter Arbeiter versieht in einer Stunde 1000 bis 1200 Nadeln mit den Köpfen. Diese bedeutende Schnelligkeit der Erzeugung hat man durch Einführung anderer Verfahren noch zu übertreffen gesucht. Man hat vorgeschlagen, die Köpfe durch Umgiessen der Schafte zu bilden[1]) oder die Stecknadeln durch selbstthätige Maschinen aus dem vorgelegten Draht fertig herzustellen.[2]) Im Gebrauch sind Verfahren, nach welchen die Köpfe der Nadeln an den auf gewöhnlichem Wege erzeugten Schaften durch Stauchen der letzteren erzeugt werden, wobei man meistens eine linsenförmige Kopfgestalt wählt.

Von der hierzu dienenden Maschine giebt folgendes einen Begriff: Die Nadelschäfte werden regelmässig — gleichlaufend und die Spitzen aller nach einer Seite — in einen kleinen eisernen Trichter gelegt, aus welchem sie unten, eine nach der andern, herausgelangen, indem die Bodenöffnung des Trichters von einer mit Längenfurchen versehenen kleinen Walze verschlossen wird, in

[1]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 14, S. 66.

[2]) D. p. J. 1825, 17, 307; 1828, **27**, 321; 1860, **157**, 269.

jede der Furchen eine Nadel sich lagert und eine schrittweise Umdrehung der Walze die Nadeln einzeln herausfördert. Sowie sich eine neue Nadel darbietet, wird dieselbe von einer Zange ergriffen und vor eine grössere Zange geführt, in welche ein auf die Spitze drückender wagerechter Stempel sie hineinschiebt. In demselben Augenblicke schliesst sich die grosse Zange und packt die Nadel fest, worauf der Kopfstempel drei rasch sich folgende kleine Stösse giebt, und hierdurch den gedrückt birnförmigen Kopf aufstaucht. Öffnet sich nun ferner die grosse Zange, so überlässt sie die fertige Nadel an eine zweite kleine Zange, welche dieselbe wegführt und mit Hilfe einer besonderen Vorrichtung fallen lässt. Von grossen Nadeln werden 112 bis 120, von kleinen 150 bis 160 in einer Minute solchergestalt mit Köpfen versehen; der Betrieb der Maschine geschieht durch Dampfkraft[1]), zwei oder drei Maschinen erfordern ein Mädchen zur Bedienung, jede Maschine liefert des Tages (der öfteren Störungen wegen) nur 40 000 bis 48 000 Nadeln.

Fasst man alle bisher vorgekommenen Arbeiten zusammen und berechnet die dazu durchschnittlich erforderliche Arbeitszeit für 100 000 Nadeln mittlerer Grösse, so ergiebt sich folgendes:

Richten des Drahtes	$3^1/_2$ Stunden
Schneiden	$1^1/_4$ "
Spitzen	$26^1/_2$ "
Zerschneiden nach dem Spitzen	$8^1/_2$ "
Spinnen des Kopfdrahtes	$2^3/_4$ "
Schneiden der Köpfe	$3^1/_2$ "
Anköpfen unter der Wippe	92 "
	Zusammen 138 Stunden.

Sollen die 100 000 Nadeln in 1 Tage verfertigt werden, so muss die Werkstätte mit 14 Personen besetzt sein und sind 9 Wippen erforderlich. Geschähe das Anköpfen in der Maschine, so würden 3 Maschinen durch 1 Person bedient reichlich genügen, die Arbeiterzahl sich auf 6 vermindern und die Arbeitszeit folgende sein:

Richten	$3^1/_2$ Stunden
Schneiden	$1^1/_4$ "
Spitzen	$26^1/_2$ "
Zerschneiden nach dem Spitzen	$8^1/_2$ "
Anköpfen	$10^1/_4$ "
	Im Ganzen 50 Stunden.

Die Stecknadeln sind während der Bearbeitung mehr oder weniger schmutzig geworden und angelaufen. Man kocht sie daher eine halbe Stunde lang in Weinsteinauflösung oder sehr verdünnter Schwefelsäure (oder scheuert sie in einem Kübel, einer um ihre Achse gedrehten liegenden Trommel u. s. w. mit einer solchen Flüssigkeit), wodurch sie blank werden, und wäscht sie sehr sorgfältig mit reinem Wasser. Zuletzt werden alle Nadeln, welche nicht von der schlechtesten Gattung sind, weissgesotten oder auf nassem Wege verzinnt (S. 410). Auch eiserne Nadeln sind zu dieser Behandlung geeignet, wenn man sie vorläufig rein abgebeizt und verkupfert hat (S. 416). Die weissgesottenen Nadeln werden gut abgewaschen, durch Schütteln mit grober trockener Kleie in einem ledernen Sacke getrocknet und in einem um seine Achse gedrehten Fasse oder Kübel[2]) — ebenfalls mit Kleie — poliert. Die Kleie entfernt man dann durch Sieben oder Schwingen.

Im Handel werden die Stecknadeln entweder unordentlich durcheinander liegend nach dem Gewichte verkauft (Gewicht-Nadeln); meistens aber reihenweise in Papierblätter, sogenannte Briefe, eingestochen und heissen hiernach Briefnadeln. Das Papier wird gehörig zusammengefaltet in die Spalte einer elastischen hölzernen Klammer geschoben, sodass nur die Biegungen heraus-

[1]) D. p. J. 1852, **123**, 355.
[2]) D. p. J. 1852, **123**, 356.

gen, worauf man die Klammer in zwei Haken an dem sogenannten Klam-erbrette festlegt und die Nadeln aus freier Hand einsteckt. Oft sind die ammern von Eisen, unbeweglich vor der Kante des Arbeitstisches angebracht d zur festen Schliessung (um das Papier gehörig einzuklemmen) mit einem lernden Haken versehen. Kerben, welche auf der Klammer eingefeilt sind, enen jedenfalls als Richtschnur für die gleiche Entfernung und gleichlaufende ge der Nadeln, sowie für ihre richtige Anzahl. Das Einstecken wird von ndern verrichtet, welche darin eine solche Fertigkeit haben, dass sie in einer unde 3600 bis 4800 Nadeln stecken. Um einen ziemlichen Vorrat von Na-ln geordnet in die Hände zu bekommen, nimmt das Kind aus dem verwirr-n Haufen, der ihm im Schosse liegt, ein paar tüchtige Prisen und schlägt sie einen 10 *cm* langen geraden Hornkamm, sodass sie zwischen dessen Zähnen rmöge der Köpfe hängen bleiben; aus diesem Kamme streicht dann das Kind e Nadeln mit den Fingern heraus, zwischen welchen es sie sogleich festhält. s vorläufige Falten des Papieres geschieht von einer eigenen Arbeiterin, welche ei Blätter übereinander auf eine mit angemessenen kantigen Rippen ver-ene Platte legt und mit einem eisernen Stempel darüberfährt, in welchem h den Rippen entsprechende Furchen befinden. An einigen Orten ist es ge-äuchlich, das Papier vorher mit den Löchern zu versehen, wozu eine stählerner echkamm mit 20 oder 25 spitzigen Zähnen dient, auf dessen Stiel man mit m Hammer schlägt. Auch Maschinen werden in grossen Fabriken zum Stechen s Papieres und zum Einstecken der Nadeln gebraucht.

Gute Stecknadeln müssen ganz gerade, mit einer schlanken, scharfen, atten und richtig in der Achse liegenden Spitze versehen sein, genügende eifheit haben und am Kopfe, der gehörig festsitzen soll, durchaus keine Schärfe er Rauhigkeit zeigen. Die durch Länge und Dicke verschiedenen Sorten erden mit willkürlich festgesetzten Nummern benannt. Die gewöhnlichen ecknadeln sind 18 bis 75 *mm* lang; von den kleinsten gehen 24 bis 35 auf *g*. Die Dicke des Schaftes ist in dessen Länge ungefähr 40 (bei den kleinen adeln), bis 60mal (bei den grossen) enthalten. Als besondere Arten kommen r: Anschlagnadeln zum Gebrauch der Tapezierer, nur 18 *mm* lang, aber ir dick und mit sehr grossen Köpfen; Bandnadeln, die kleinsten aller Steck-deln, zum Zusammenstecken der seidenen Bänder, 10 bis 12 *mm* lang und so cht, dass 48 Stück nur 1 *g* wiegen; Insekten-Nadeln, zum Aufstecken der sekten in Sammlungen, 33—40 *mm* lang, sehr dünn (0,25 bis 0,6 *mm*), mit ir kleinen Köpfen und harten (schwer biegsamen) Spitzen.

4. Ketten.[1])

Die Ketten sind teils geschmiedet, teils gegossen, teils aus Blech er Draht gemacht. Ihre Gestalten sind äusserst mannigfaltig, ihr Ge-auch als Zierde, als Verbindungsmittel, zum Aufhängen und Aufziehen n Lasten, zum Messen, zur Fortpflanzung von Bewegungen bei Ma-hinen, ist bekannt.

A. Gegossene Ketten werden verhältnismässig selten verwendet. an stellt sie entweder mit geschlossenen Gliedern her (S. 162) oder it offenen Gliedern, die ineinander gehakt werden.[2]). Gusseisernen etten wird meistens ihre Sprödigkeit durch Tempern genommen.

Es ist vorgeschlagen, Ketten aus Stahl zu giessen.[3])

Zu dem Ende sollen in Kernkasten aus fettem Sande Kernstücke (I, 259) fertigt werden, welche, wenn paarweise zusammengelegt, je die Hälfte eines

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 359 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1876, **221**, 200 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1880, **237**, 266 m. Abb.

Kettengliedes umschliessen, aber auch die erforderlichen Durchbrechungen zum Einlegen der fertigen Nachbarglieder besitzen. Diese Kernstücke werden, behufs des Giessens, in geeignete Kasten gelegt.

In ähnlicher Weise können Ketten aus Delta-Metall (S. 88) durch Giessen erzeugt werden.

B. Geschmiedete Ketten. — Sie werden fast ohne Ausnahme aus Stabeisen bezw. Eisendraht gefertigt; ihre Glieder sind meistenteils geschweisste Ringe von länglichrunder Form, welche oft schraubenartig gedreht werden, wodurch man ihnen die Neigung nimmt, sich zu verwirren. Gleiches bewirkt der Steg in den Stegketten (s. w. u.), welcher ausserdem zur Versteifung bezw. Verstärkung des betreffenden Gliedes dient.

Das runde oder quadratische Stabeisen wird nötigenfalls durch Schmieden ausgestreckt und verdünnt, glühend auf dem Horne des Ambosses zur Ringgestalt gebogen, und auf dem Abschrote (S. 214) dergestalt abgehauen, dass die Enden des Ringes ein wenig übereinander liegen. Man steckt diesen Ring durch das zuletzt fertig gewordene Glied der Kette, macht ihn weissglühend und schweisst ihn, flach auf dem Ambosse liegend, durch einige schnell und gut angebrachte Hammerschläge zusammen. Das auf diese Weise verfertigte Glied wird zuletzt auf dem Ambosshorne gerichtet (um ihm seine regelmässige Rundung zu geben) und — wenn die Kette aus gedrehten Gliedern bestehen soll — mit der Zange zusammengedreht. Für alle folgenden Ringe oder Glieder wiederholt sich das ganze Verfahren.

Man bedient sich mancher Hilfsmittel, bezw. Maschinen, um einmal die Grösse der Glieder möglichst gleich an Grösse und Gestalt zu erhalten, anderseits an Herstellungskosten zu sparen.

Dahin gehören zunächst die Hilfsmittel zum Biegen der Glieder. Man lässt z. B. einen Dorn, dessen Querschnittsgestalt der Öffnung eines Gliedes entspricht (durch Räderwerk) umdrehen, während ihm ein glühender Eisenstab so zugeführt wird, dass letzterer sich in Schraubenwindungen um ersteren legt. Man durchhaut sodann sämtliche Windungen an derselben Stelle, um aus jeder der letzteren ein vorgebogenes Glied zu erhalten. Statt dessen wird vielfach vorgezogen, den Draht (bezw. das Rundeisen) zunächst in Stücke der erforderlichen Länge zu zerlegen und dann kalt zu biegen.[1]) Das kalte Biegen lässt etwaige Fehler des Eisens stärker hervortreten, als das Biegen im glühenden Zustande des Eisens, sodass das genannte Verfahren geeignet ist, die Zuverlässigkeit der Kette zu erhöhen.

Es ist vorgeschlagen worden[2]), die zugeschnittenen Eisendrahtstücken an beiden Enden schweisswarm zu machen und sodann über einem Dorn zwischen Gesenken so zu biegen, dass zuletzt die Enden sich vereinigen. Gebräuchlicher ist, statt dieser stumpfen Schweissung (I, 451) die Enden übereinandergreifen und so eine längere Schweissfuge entstehen zu lassen. Fig. 96 stellt ein Glied der sogenannten kurzgliedrigen Kette in zwei Ansichten so dar, wie die Biegemaschine es abliefert. Man schiebt es mit seiner offenen Stelle über das vorher fertig gestellte Glied, macht die Enden schweisswarm, vereinigt sie mittels des Schmiedehammers und glättet die Schweissstelle sodann in einem Gesenk. Um nun jede Gradbildung zu vermeiden, muss die Schweissstelle im Gesenk mehrere Schläge in verschiedenen Lagen erfahren (I, 452). Das Untergesenk *B* ragt seitwärts aus dem Amboss *A*, Fig. 97 hervor. Das Obergesenk *C* ist hammerartig mit einem

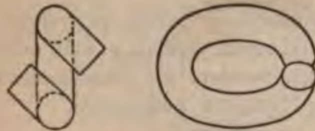


Fig. 96.

[1]) D. p. J. 1883, **248**, 406 m. Abb.; 1884, **251**, 441 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1882, **244**, 113 m. Abb.

Stiel versehen, welcher es mit dem Untergesenk durch ein Gelenk verbindet; eine Feder sorgt dafür, dass das Obergesenk *C* sich selbstthätig hebt, sobald der Druck des Hammers aufhört. Die Gesenkflächen sind so ausgerundet, dass das zu schweissende Glied zu dem w. o. angegebenen Zweck verschiedene Lagen anzunehmen vermag. Der bereits fertige Teil der Kette hängt mit seinem Glied *E* an dem in Arbeit befindlichen. Man ersieht aus der Figur und der kurzen Beschreibung, dass dem Schmied möglich ist, nach dem Zusammenhämmern der schweisswarmen Gliedenden diese sofort in das Gesenk zu bringen und die Gestalt des Gliedes hier rasch zu vollenden. Man pflegt übrigens vielfach das neue Glied erst dann der Kette anzufügen, wenn seine Enden schweisswarm sind, und vermag demgemäss durch bedachtsames Verwärmen nach Vollendung eines Gliedes ein schweisswarmes bereit zu halten. — Manche Werke lassen die Gliedenden statt gerade, wie Fig. 96 zeigt, schräg abschneiden, in der Absicht, hierdurch die gute Rundung der Schweissstelle zu erleichtern.

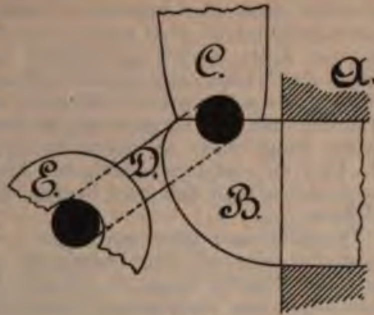


Fig. 97.


Fig. 98.

Die Verfertigung der schon erwähnten Stegketten unterscheidet sich von der soeben erörterten nur durch das Hinzutreten der Arbeit, welche das Einlegen des Stegs, Fig. 98, erfordert. Dieser Steg besteht meistens aus getempertem Gusseisen; seine Endflächen sind so ausgehöhlt, dass sie sich an die Innenflächen des Gliedes genau anzuschmiegen vermögen. Der Steg wird mittels einer geeigneten Zange in das noch rotglühende Glied gesetzt und dieses sodann durch Hammerschläge oder mittels einer Hebelpresse so zusammengedrückt, dass der Steg nicht mehr herauszufallen vermag. Durch die Verkleinerung, welche der Ring des Gliedes beim Erkalten erleidet, wird die Unbeweglichkeit des Stegs noch mehr gesichert. Es soll bei dem Einsetzen des Stegs gleichzeitig der Gliedring und der Steg festgehalten, sowie ersterer zusammengedrückt werden. Das geschieht häufig seitens eines Arbeiters, welcher mit der rechten Hand den Hammer, mit der linken Hand die Zange für den Steg, mit beiden Schenkeln die Zange für den Ring führt. Das Rundeisen der Glieder ist 6 *mm* bis 5 *cm* dick.

C. Gelötete Ketten. Teils um den aus Draht oder Blech gebogenen Ketten ohne Schweissung eine höhere Festigkeit zu geben, teils um die Glieder reicher zu verzieren, werden dieselben durch Zusammenlöten gebildet. Die hier in Frage kommenden Zierketten sind ausserordentlich mannigfaltig, ihre Herstellungweise aber an sich so leicht verständlich, dass eine besondere Beschreibung derselben überflüssig erscheint.

Als eine der festesten, wenn auch wenig vorkommenden, hierher gehörenden Ketten erwähne ich die, deren Glieder durch vielfaches Herumwinden eines Drahtes oder eines Blechstreifens gebildet sind. Auf der betreffenden Maschine wird die Kette Glied nach Glied so verfertigt, dass die Glieder sogleich ineinanderhängen. Zuletzt taucht man die ganze Kette (wenn sie aus Eisen besteht) in geschmolzenes Kupfer, um die Windungen der Glieder zu verbinden.[1])

[1]) Polyt. Centralbl. 1840, S. 614; 1852, S. 1107 m. Abb.

Die äusserst mannigfaltigen und oft künstlichen Formen der goldenen, silbernen und vergoldeten Ketten, welche als Schmuck dienen, sind bekannt. Meistenteils bestehen diese Ketten aus ineinanderhängenden Ringen von Draht, welcher letztere entweder rund oder halbrund, vierkantig, geplättet u. s. w., ferner bald glatt, bald kordiert (S. 313) oder durch Walzen verziert ist. Die Ringe oder Glieder einer Kette werden gewöhnlich dadurch hergestellt, dass man den Draht in dicht beisammenliegenden schraubenartigen Windungen um ein eisernes Stäbchen (den Dorn oder Riegel) herumwickelt, die so entstandene Röhre herabzieht und der Länge nach mit einer Laubsäge, bei ganz dünnem Drahte mit der Ringelschere (S. 261) aufschneidet, wodurch sie in einfache Ringe zerfällt. Dass man letztere beliebig von kreisrunder, ovaler, eckiger Gestalt erhalten kann, indem man sich eines Riegels entsprechender Gestalt bedient, ist von selbst klar.

Ist der Draht, welchen man über den Riegel windet, nicht ausgeglüht, so bewirkt seine Elasticität eine oft sehr bedeutende Ausdehnung der gewundenen Röhre, wenn man dieselbe herunter nimmt. Um dies zu vermeiden, glüht man den Riegel samt dem noch darauf befindlichen Drahte. Das Herabziehen des letzteren nach dem Glühen geht immer leicht von statten, wenn man die Vorsicht gebraucht hat, den Dorn oder Riegel vor dem Aufwickeln des Drahtes in einfaches oder doppeltes Papier einzuhüllen.

Selten bleiben die ineinandergehängten Ringe oder Kettenglieder ohne Lötung; regelmässig wird vielmehr jedes Glied besonders, mittels Schlaglot, vor dem Blasrohre gelötet. Bei kleinen Kettchen lötet man zwei und zwei Glieder fest an ihren Schnittfugen aneinander, sodass zwischen zwei benachbarten Gliedern eine solche unbewegliche Verbindung mit einem Gelenke abwechselt. Bei der Kürze der Glieder behält die Kette demungeachtet genug Biegsamkeit, und dieses Verfahren erleichtert die Arbeit, gewährt auch eine grössere Festigkeit, weil mehr Raum für das Lot vorhanden ist, als wenn man nur die Fuge jedes einzelnen Gliedes damit ausfüllen könnte. Gedrehte Glieder, welche der Kette ein bandartiges, flaches Ansehen geben, biegt man mit der Zange, und zwar jedes einzeln, sogleich nachdem es gelötet ist. Manche Kettchen werden zuletzt durch ein Zieheisen mit runden oder viereckigen Löchern gleich Draht gezogen.

Welche Feinheit in der Kettchen-Arbeit erreicht werden kann, sieht man an den bekannten goldenen Venetianer-Kettchen, von welchen die feinsten 38 Glieder in der Länge eines Centimeters enthalten und so leicht sind, dass ein Meter nur 1,40 *g* wiegt.

D. Aus Draht oder Blech ohne Lötung erzeugte Ketten. Sie sind bei gleichem Gewicht weniger stark als die geschweissten und gelöteten Ketten und werden deshalb vorwiegend da angewendet, wo es sich weniger um die Reissfestigkeit der Ketten handelt.

Es verdient hier die Vaucanson'sche Kette oder Bandkette vorzüglich genannt zu werden, welche aus geglühtem Eisendraht (bis zu 6 oder 8 *mm* Dicke), oder aus Messingdraht, mittels Maschinen[1]) verfertigt wird, und deren Glieder entfernt die Gestalt der Figur ⊔ haben, woran man sich die Enden der zwei senkrechten Zweige zu Öhren umgebogen vorstellen muss. Mit diesen Öhren umfasst jedes Glied den mittleren Teil des benachbarten Gliedes, und so entsteht ein bandartiges, rechtwinklig gegen die Ebene der Glieder sehr biegsames Ganzes. Das zur Bildung eines Gliedes bestimmte Drahtstück wird durch die Ösen des vorigen Gliedes, gleichzeitig aber auch in eine zangenartige Vorrichtung geschoben, welche es festhält. Dann biegen zwei Hebel die Enden des Drahtes im wesentlichen winkelrecht ab, worauf zwei Zängelchen mit stiftartigen Maulteilen die Ösen bilden. Da indessen die Glieder dieser Kette nicht gelötet oder geschweisst sind, sondern offene Fugen haben, so ertragen sie eine sehr bedeutende Anspannung nicht ohne sich aufzulösen. Gleiches gilt von einer ziemlich oft gebrauchten bandartigen Kette, welche abwechselnd aus viereckigen

[1]) D. p. J. 1829, **32**, 346 m. Abb.

ungelöteten Ringen von Eisendraht und aus kurzen Streifen von Eisenblech, deren rohrartig aufgerollte Ränder die Ringe umfassen, zusammengesetzt ist.

Aus Eisen- und Messingdraht werden zu verschiedenem Gebrauche mancherlei andere Arten, meist kleiner Ketten verfertigt, indem man den Draht mittels einer Rundzange in die beliebige Gestalt der Glieder biegt und hierauf mit der Kneipzange abkneipt. Ringförmige Biegungen an den Enden längerer Drahtstücke (wie z. B. bei den Gliedern der **Messketten** vorkommen) verfertigt man sehr leicht, genau und gleichförmig mittels eines eigenen Gerätes[1]), welches mehrere verwandte Anwendungen zulässt. An einer Platte sind zwei Stifte befestigt, deren Durchmesser der Weite der Ösen, deren Entfernung der Ösenentfernung gleicht. Es sei eine der Ösen gebogen; sie wird über einen der Stifte geschoben, während das andere Ende des Drahtes neben den anderen Stift a, Fig. 99, gelegt wird. Um diesen Stift a und gleichachsig mit ihm ist mittels eines Hebels ein Stift b in einem Kreisbogen zu bewegen. Man bewegt ihn zunächst (in bezug auf die Figur) links herum, sodass der Schaft des demnächstigen Gliedes in die Verbindungslinie beider festen Stifte zu liegen kommt, dann aber rechts herum, wobei die volle Biegung der Öse erfolgt. Es sind Anschläge vorhanden, sodass die richtigen Endlagen des Stiftes b, bezw. b_1 sofort gewonnen werden können.

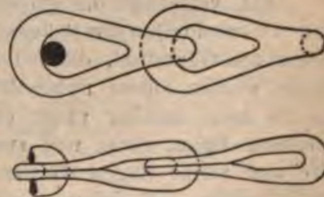


Fig. 99.

Mannigfach gestaltete, namentlich als Zierketten benutzte Ketten erzeugt man aus, mittels Durchschnitts gestalteten Blechstücken, welche mit Hervorragungen versehen sind, die in Löcher des Nachbargliedes greifen. Diese Hervorragungen sind entweder von vornherein hakenförmig gestaltet, sodass sie erst nach einer Drehung um 90° in die Löcher zu schieben sind, oder sie werden umgebogen, nachdem sie durch die Löcher geschoben sind.[2]) Die Verfertigung einer der hierher gehörenden Kettenarten, welcher eine grössere Reissfestigkeit eigen ist, als den soeben gekennzeichneten, möge näher angegeben werden. Sie ist von Clark erfunden.[3])

Es werden einer langgestreckten ∞ gleichende Glieder aus Blech geschnitten, oder aus Stäben mittels mehrerer einander folgender Gesenke gestaltet; dann biegt man eines dieser Glieder in der Mitte, sodass die beiden Augen der 8 aufeinander zu liegen kommen, schiebt eine Schleife eines anderen Gliedes durch beide Augen des ersteren und biegt auch das zweite Glied so zusammen wie das erste u. s. f., sodass die entstehende Kette so ausfällt, wie Fig. 100 erkennen lässt.

E. Kugelketten (die man als Uhrketten, als biegsame Schlüsselringe u. s. w. gebraucht) bestehen aus hohlen Blechkugeln mit zwei Löchern und aus kurzen Drahtstiften, welche letztere durch die Löcher zweier benachbarter Kugeln eintretend, innerhalb jeder Kugel ein Köpfchen haben; sie sind fest gegen Zug, sehr biegsam und verwirren sich nie, vertragen aber kein scharfes Knicken, weil dabei die verbindenden Drahtstiftchen abbrechen oder ausreissen.


Fig. 100.

Um sie zu verfertigen, wird auf einem ersten Prägwerk ein längeres Drahtstück in regelmässigen Abständen mit kleinen paarweise angeordneten Köpfchen versehen, sodann über den so vorgerichteten

[1]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 18, S. 116.
[2]) D. p. J. 1879, **232**, 113 m. Abb.
[3]) Engl. Pat. vom 19. März 1874.
D. p. J. 1878, **228**, 296 m. Abb.

Draht eine gleichlange dünne Blechröhre geschoben, welche auf einem zweiten Prägwerk zu kleinen, jene Köpfchen paarweise umschliessenden Hohlkugeln ausgebildet wird; hierbei bricht der Draht im Innern dieser Hohlkugeln an der hierzu besonders dünn ausgeprägten Stelle entzwei, wie anderseits die Blechröhre infolge der besonderen Gestalt der Stempel an ebensoviel Stellen ringsum zerschnitten wird.

F. Gelenkketten. Man bezeichnet mit diesem ungeeigneten Namen aus länglichen Platten, bezw. Plättchen, die durch Gelenkbolzen miteinander verbunden sind, bestehende Ketten, welche vorwiegend zur Betriebsübertragung dienen. Sie werden auch wohl Galle'sche oder Platten-Ketten genannt[1]) und sind nur in einer Richtung biegsam.

Die Platten werden seltener geschmiedet, meistens mittels Durchschnitts aus Blech gefertigt; sie sind in der Längenrichtung meistens gerade, oft aber auch in ihrer Ebene hufeisenförmig gekrümmt. In der Nähe jedes Endes der Platten wird ein Loch geschnitten oder besser gebohrt, wobei besondere Vorrichtungen zur Gewinnung der genauen Lochentfernung sowohl, als auch zur Beschleunigung der Arbeit benutzt werden. Die eingesteckten Gelenkbolzen werden durch kalte Vernietung festgehalten. Die kleinen Ketten, welche in Taschenuhren die Verbindung des Federhauses mit der Schnecke vermitteln, haben oft nur 2 *mm* Gliedlänge.

G. Drahthafte, Häftchen, Heftel, Haken und Ösen, welche als Anhang angeführt werden, da sie eine Verwandtschaft mit den Drahtkettchen haben.

Man verfertigt sie durch Biegen mittels Handzangen u. s. w.[2]) oder auf Maschinen.[3]) Solche Maschinen giebt es auch, um Haken und Ösen aus (Messing-) Blech zu schneiden[4]); sie bestehen dem Wesentlichen nach in einem Durchschnitte, welcher den Umriss der Stücke und zugleich die Löcher in denselben ausschneidet, den Haken überdies die Biegung giebt, und selbstthätig das Blech fortrückt. Der Haken enthält zwei runde Löcher zum Annähen, die Öse ausser diesen noch ein drittes grösseres zum Eingreifen des Hakens. Die Erzeugung beträgt 350 Stück in einer Minute. — Um an den Enden von Drahtstücken (z. B. Klaviersaiten) Schlingen oder Ösen zu drehen, hat man ebenfalls eine mechanische Vorrichtung (Ösendreher)[5]).

5. Sägen (Sägeblätter)[6]).

Man verfertigt die grössten Sägeblätter (z. B. die bis 2 *m* langen und 20 *cm* breiten Brettsägen) aus Rohstahl, die gewöhnlichen kleineren Sägen aus Gärbstahl, die feinsten aus Gussstahl. Zur Darstellung grosser Sägen werden zuerst unter dem Maschinenhammer Schienen geschmiedet, welche man nachher unter einem zweiten solchen Hammer, aber mit grösserer Bahn, ebnet und zur Gestalt der Sägeblätter ausbildet. Mittlere und kleine Sägen werden aus gewalztem Stahlblech mit der Schere zugeschnitten. Nachdem die Sägen in Fett (z. B. einer Mischung von

1) D. p. J. 1833, **48**, 42; 1844, **94**, 356; 1845, **95**, 8 m. Abb.
2) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 4, S. 254 m. Abb.
D. p. J. 1838, **68**, 362 m. Abb.
3) Bayer. Kunst- und Gewerbebl. 1847, S. 323; 1850, S. 10 m. Abb.
4) Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1854, S. 63 m. Abb.
5) Berliner Gewerbebl. 1848, Bd. 32, S. 104.
6) Prechtl, Technolog. Encykl. 1842, Bd. 12, S. 152 m. Abb.

32 Teilen Thran, 8 Teilen Talg, 1 Teil Wachs, oder auch 4,5 *l* Fischthran, 1 *kg* Talg, 0,13 *kg* Wachs, 0,5 *kg* Fichtenharz oder auch: 90 *l* Spermacetiöl, 10 *kg* Rindstalg, 4,5 *l* Klauenfett, 0,5 *kg* Pech und 1,5 *kg* Fichtenharz) gehärtet, hierauf angelassen und durch vorsichtiges Hämmern auf einem Ambosse flachgerichtet sind, werden sie auf runden Schleifsteinen blankgeschliffen, schliesslich mit einem Lappen und Eisenhammerschlag, auch Schmirgel, abgerieben.

Die Schere zum Zuschneiden der Sägen aus Stahlblech hat 1,5 *m* lange Blätter und ist wegen dieser Grösse, sowie wegen der bequemen Stellung des davor beschäftigten Arbeiters, von eigentümlicher Bauart. Das unbewegliche, untere Blatt hat eine wagerechte Lage und kehrt die Schneide nach oben; aber das Oberblatt befindet sich an der vordern Seite eines ungefähr quadratischen eisernen Rahmens von 1,8 *m* Länge und Breite, der sich um Zapfen an den Enden seiner zur Schneide gleichlaufenden Hinterseite dreht und beim Arbeiten auf- und niederschwingt, sodass beim Niedergange die Oberschneide an der Unterschneide vorbeigeht und der Schnitt erfolgt. Um die richtige Gestalt und Grösse der Sägeblätter zu gewinnen, legt der Arbeiter eine Lehre auf das Blech, nach deren Umriss er die nötigen Schnitte macht, jeden durch eine einzige Bewegung der Schere. — Beim Härten ist es sehr zweckmässig, sich einer Vorrichtung zu bedienen, in welcher das glühende Blatt angespannt gehalten wird, während man es in das Härtefett taucht: Krümmungen, welche sonst leicht durch das Härten entstehen, werden auf diese Weise ziemlich verhindert. Das Eintauchen muss jedenfalls mit der Kante (nicht mit der Fläche) geschehen. — Metallsägenblätter werden strohgelb oder goldgelb angelassen, Holzsägen (weil sie weniger Härte bedürfen) oft violett oder gar blau. Das Anlassen kann auf verschiedene Weise geschehen, z. B. durch Hinziehen über ein heisses Eisenstück, Bestreuen mit erhitztem Sande, u. s. w. Auch wendet man hierzu eine besondere Vorrichtung an[1]), welche zugleich den Zweck erfüllt, die Blätter geradezurichten und ihnen alle etwa durch das Härten entstandenen Unebenheiten zu nehmen. Man legt nämlich das Sägeblatt zwischen zwei erhitzte eiserne Platten oder Schienen, und beschwert diese durch ein daraufgelegtes grosses Eisenstück oder drückt sie auf andere Weise zusammen. Manchmal wird überdies gleichzeitig die Säge durch zwei mit Schrauben versehene Zangen an beiden Enden gefasst und straff angezogen. Man kann mehrere Blätter zugleich anlassen, indem man dieselben abwechselnd mit erhitzten eisernen Schienen schichtet und dann auf angegebene Weise beschwert. Das üblichste Verfahren des Anlassens ist aber das Abbrennen (S. 21), wobei man mit langen Sägen auf folgende Weise verfährt. Die Säge wird in wagerechter Ebene in einen Rahmen gespannt, der — auf Gleisen laufend — vielmals und ziemlich langsam durch das Mundloch eines mit Flammenfeuer geheizten Ofens aus- und eingezogen wird, bis das Öl, welches man auf die Säge gegeben hat, weggebrannt ist. — Das **Richten** der angelassenen Sägen durch den Hammer ist eine langwierige, viel Aufmerksamkeit erfordernde Arbeit. Zur Prüfung der Ebene wird dabei immer wieder ein entsprechend langes (in der Mitte 8 bis 15 *cm* breites, an den Enden schmäleres) Stahlblech mit der genau geradlinigen Kante aufgesetzt. — Das Schleifen verrichtet man auf gewöhnlichem nassen Schleifsteine, gegen welchen die Säge mittels eines daraufgelegten Holzstückes angedrückt wird; statt dessen kann auch ein Schlitten, worauf die Säge liegt, unter dem Steine hindurchgeführt werden.[2]) — Zum Schmirgeln hat man wohl eine Maschine von folgender einfachen Einrichtung: Arbeiterinnen stehen an einem Tische und jede hat vor sich 1 bis 3 Sägen liegen; der Tisch ist mit Rändern eingefasst, sodass er einen Kasten bildet, worin zur Seite ein Häufchen Schmirgel liegt. Von letzterem wird etwas (trocken) auf die Sägen gestreut, dann setzt man eine

---

[1]) D. p. J. 1851, **122**, 102 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1860, **156**, 98 m. Abb.

mittels Hebels niederzudrückende steife Bürste darauf, und der Tisch nebst den Sägen geht schnell unter der Bürste hin und her. Man verwendet übrigens zu gleichem Zwecke Schmirgelscheiben oder über kreisende Rollen gespannte, mit Schmirgel belegte Bänder für den vorliegenden Zweck (I, 398; II, 299, 385) und ordnet die Maschine wohl so an, dass das Sägeblatt gleichzeitig auf beiden Flachseiten feingeschliffen wird.

Die Bildung der Zähne ist meist die letzte Arbeit, obwohl nicht selten, namentlich an grossen Blättern, die Zähne schon vor dem Härten gemacht werden; manche kleinere Sägen kommen ohne Zähne in den Handel.

Es giebt drei Mittel zur Hervorbringung der Sägezähne: a. Der Durchschnitt; b. die Feile; c. der Meissel. — Sägen-Durchschläge hat man von verschiedener Einrichtung, wobei indessen das Hauptwerkzeug, der eigentliche Durchschnitt, unverändert bleibt und sich von anderen Durchnitten (S. 264) nur durch die spitzwinklige Gestalt seiner Endfläche unterscheidet. Es ist nämlich von selbst verständlich, dass die Zähne durch Herausschlagen einer Reihe dreieckiger Stückchen an der Kante des Sägeblattes sich bilden, und dass hiernach die Gestalt des Durchschnittes sich richtet. Das Blatt liegt beim Ausschlagen auf einer verstählten Lochscheibe, in deren Öffnung der Durchschnitt eintritt. Eine Feder unterhalb der Lochscheibe hebt den Durchschnitt wieder empor, während die Säge um den Raum eines Zahnes in der Richtung ihrer Länge fortgeschoben wird. Die Grösse dieser Schiebung wird durch einen auf der Oberfläche der Lochscheibe angebrachten Zeiger geregelt, der mit seiner Spitze immer in den zuletzt gemachten Ausschnitt einfasst. Man kann auch, mit Beseitigung der Lochscheibe, das Sägeblatt liegend zwischen zwei stählerne, 15 *cm* lange Backen einklemmen, welche an einer langen Seitenkante mit Einkerbungen von der Gestalt und Grösse der Sägezähne versehen sind: dann dienen diese Kerben als Richtschnur zum richtigen Aufsetzen des Durchschnittes; wenn der zwischen den Backen befindliche Teil der Säge mit Zähnen versehen ist, öffnet man die Klemmschraube und rückt das Blatt weiter, um die Arbeit fortzusetzen. — Bei dem Sägen-Durchschnitte[1]) wird der stählerne Stempel mittels einer Schraube oder eines Hebels u. s. w. in Bewegung gesetzt und namentlich im ersten Falle gleicht das Ganze mehr oder weniger dem für andere Zwecke angewendeten Durchschnitte. Man bringt auch ein Einrichtung an, um den Durchschnitt vermöge einer mechanischen Zuführung des Sägeblattes ganz selbstthätig zu machen.

Die mit dem Durchschnitte gebildeten Zähne müssen, um gehörige Schärfe zu erlangen, nachgefeilt werden; sehr kleine Zähne werden wohl auch allein mit der Feile ausgearbeitet, sowie man sich bekanntlich der Feile (oder des Schmirgelschleifsteins) bedient, um die durch den Gebrauch stumpf gewordenen Sägen wieder zu schärfen. In allen diesen Fällen gebraucht man die eigens hierzu bestimmten Sägefeilen, von welchen (S. 298) die Rede war. — Nur die allerfeinsten Sägezähne, nämlich jene der Laubsägen und der sogenannten Bogenfeilen (S. 294) werden mittels des Meissels eingehauen, wobei dieser letztere nur Eindrücke hervorbringt, ohne Teile des Sägeblattes wegzunehmen. Die Laubsägen werden, in einer Länge von 12 bis 15 *cm* und 0,6 bis 2 *mm* breit, aus breiten (und zwar, der Wohlfeilheit wegen, aus abgebrochenen oder beschädigten) Uhrfedern verfertigt. Man zerteilt diese letzteren in Stücke von der angegebenen Länge und legt mehrere dergleichen aufeinander zwischen die zwei Schienen einer eisernen Kluppe, aus welcher man nur einen solchen Teil der Breite hervorragen lässt, wie für die Breite der Laubsägen bestimmt ist. Das Ganze wird so in dem Schraubstocke fest eingeklemmt, wobei die Kanten der Federn nach oben stehen; mit einem gewöhnlichen Meissel und mittels des Hammers werden sodann die Zähnchen (10 bis 20 auf dem Raume eines Centi-

[1]) D. p. J. 1855, **135**, 173; 1864, **173**, 402 m. Abb.

meters) eingeschlagen; endlich haut man mittels des nämlichen Meissels den ganzen aus der Kluppe hervorragenden Streifen der Federn ab, und erhält also ebensoviele Sägen, als man Uhrfedern eingespannt hat. Nach und nach zerteilt man auf die beschriebene Weise die Federn gänzlich in Laubsägen. Für die fabrikmässige Verfertigung dieser Sägen hat man auch eine kleine Maschine, in welcher das Einschneiden der Zähne mit einer vom Arbeiter geführten messerartigen Feile geschieht, und durch einen Mechanismus nach jedem Zuge der Feile die wagerecht eingespannte Säge um die Grösse eines Zahnes fortrückt.

Ein gutes Sägeblatt muss völlig eben und gerade sein, hinlängliche Härte besitzen, aber sich doch feilen lassen, beim Biegen eine regelmässige und gleichförmige Krümmung annehmen (wodurch sich die Gleichheit der Dicke zu erkennen giebt), und nachher wieder völlig in die gerade Richtung zurückspringen (zum Beweise gehöriger Elasticität). Es versteht sich übrigens von selbst, dass die härteren Metallsägen keine so grosse Biegung ohne zu brechen ertragen, wie die stärker angelassenen Holzsägen.

Kreissägen werden als zirkelrunde Scheiben mittels einer Kreisschere (S. 264) aus Stahlblech geschnitten, von den kleinsten bis zu 2 oder 2,2 *m* Durchmesser; das Loch im Mittelpunkte stösst man unter dem Durchschnitte aus. Nach dem Härten, Anlassen und Richten (welche Arbeiten bei grossen Kreissägen besonders schwierig sind) folgt das Ebnen durch Abdrehen oder Abschleifen.

Das Drehen geschieht in der Drehbank, wobei die Säge auf der Fläche eines Scheibenfutters anliegt. — Zum Schmirgeln ist die Säge auf einer Achse befestigt und diese so in ein Gestell gelegt, dass sie sich etwa 90 *cm* über dem Fussboden befindet, die Ebene des Sägeblattes senkrecht. Ein Riemen treibt mittels Scheibe die Säge rasch um; ein Arbeiter steht davor und hält ein trockenes Schmirgelholz mit grobem Schmirgel an die Säge, führt auch dasselbe nach Bedürfnis hin und her. Hierbei entstehen unter Funkensprühen grobe gleichachsige Risse auf der Sägenfläche, ähnlich den Spuren vom Abdrehen. — Beim Schleifen wird die Säge wie vorstehend um die Achse gedreht; vor deren Fläche ist ein Schleifstein auf liegender Achse so angebracht, dass dessen Stirn die Sägenfläche berührt. Der (schnell umlaufende) Schleifstein arbeitet trocken, ist ganz von einem Holzkasten umhüllt, bis auf den arbeitenden Teil seines Umkreises. Sein Gestell steht auf einem genau zu verschiebenden Schlitten, und wird mit diesem selbstthätig in der Halbmesser-Richtung der Säge langsam hin- und herbewegt.

6. Schneidwaren.

Unter diesem Gattungsnamen werden hier die vorzüglichsten schneidigen Geräte zusammengefasst, weil dieselben — bei allen Verschiedenheiten der Gestalt — hinsichtlich der Erzeugung viel Gemeinsames haben. Im allgemeinen ist zu bemerken, dass fast nur die kleinsten und feinsten Schneidwerkzeuge (z. B. Federmesser-Klingen, kleine Scheren, Rasiermesser, chirurgische Werkzeuge) ganz aus Stahl verfertigt werden, dass hingegen bei den übrigen gewöhnlich ein mehr oder weniger grosser, zuweilen der grösste Teil aus Eisen besteht, mit welchem der zur Schneide erforderliche Stahl durch Schweissung verbunden ist (vergl. S. 222). Die Hauptarbeiten bei der Darstellung schneidender Geräte sind: das Schmieden (einschliesslich des Anstählens), wodurch den Stücken die rohe Gestalt gegeben wird; das Härten und Anlassen (meistens bis zur strohgelben Farbe); das Schleifen auf umlaufenden nassen Steinen, um sowohl die Oberfläche blankzumachen, als die Gestalt völlig auszubilden und der Schneide ihre Schärfe zu geben. Gegenstände, welche nicht

gerade von der grössten Art sind, werden meist schon vor dem Härten mit der Feile sorgfältiger ausgearbeitet; jedenfalls aber nach dem Härten, Anlassen und Schleifen noch geschmirgelt, endlich ihnen mit Kalk, Zinnasche, Polierrot u. s. w. Glanz gegeben. Um einen schönen Glanz anzunehmen, müssen sie entweder ganz aus Stahl bestehen, oder durch Einsetzen gehärtet werden (S. 19); denn nur harter Stahl lässt sich vollkommen schön polieren, nicht aber weicher Stahl und noch weniger das Eisen.

A. Beile und Äxte. — Die Verfertigung derselben (teils unter dem Maschinenhammer, teils durch Schmieden aus freier Hand) macht das Geschäft eigener Arbeiter aus, welche mit dem Namen Hackenschmiede, Blankschmiede bezeichnet werden und ausserdem mehrere verwandte Geräte: als Hauen, Spaten, Schaufeln, Heugabeln u. dgl. liefern.

Die Axt, zuweilen auch Hacke genannt, unterscheidet sich von dem Beil durch ihren längeren Stiel, an sich selbst aber durch die geringere Breite der Schneide, und durch den Umstand, dass ihre Schneide von beiden Seiten gleichförmig zuläuft (I, 386), sich also in der Mitte der Dicke befindet, wogegen das Beil nur auf einer Seite schräg zugeschliffen ist, folglich dessen Schneide an die andere Fläche zu liegen kommt. Übrigens bieten beiderlei Werkzeuge, nach den verschiedenen Zwecken ihrer Anwendung und nach örtlichen Gewohnheiten, zahlreiche Abweichungen an Gestalt und Grösse dar, deren Auseinandersetzung nicht hierher gehört.[1]) Der hintere rohrartige Teil der Axt und des Beiles, worin der hölzerne Stiel befestigt wird, heisst die Haube, das Öhr, und die flache Hinterseite der Haube, welche der Schneide gerade entgegengesetzt ist, wird die Platte, der Nacken, genannt. — Bei der Verfertigung der Axt[2]) wird eine flache Eisenstange von angemessener Länge und Dicke an beiden Enden dünner ausgeschmiedet und dann zusammengebogen, sodass der mittlere Teil die Haube erzeugt, deren Loch man mit einem Dorne (S. 215) vollständig ausbildet. Die Schneide entsteht durch das Zusammenschweissen der aufeinander liegenden dünnen Enden, wobei man eine Stahlplatte entweder zwischen das noch offene Eisen einschiebt, oder von aussen auf beiden Seiten herumlegt, und in beiden Fällen fest damit verschweisst. Bei dem Beile[3]) wird der Stahl jederzeit von aussen und zwar nur auf einer Seite aufgeschweisst, nämlich dort, wo die ebene Fläche des Werkzeuges ist, sodass die Zuschärfung von der Seite des Eisens her geschieht. Auch die Platte (s. oben) wird oft verstählt, da man sich dieses Teiles zum Einschlagen von Nägeln bedient und also das Beil statt eines Hammers gebraucht (Stahlnacken). Das Härten, Anlassen (vergl. S. 14—22) und Blankschleifen sind die Vollendungs-Arbeiten.

B. Messer und Scheren.[4]) — Messer und Scheren werden in der Regel ganz aus Stahl verfertigt; bei einigen, namentlich grösseren aber besteht die Schneide mit den zunächst daran liegenden Teilen aus Stahl, das übrige aus Eisen. Sehr geeignet zu grossen Schneidwerkzeugen ist ein durch Schweissen gebildetes Gemenge von Eisen und Stahl, welches

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 1, S. 417 m. Abb., Bd. 2, S. 1 m. Abb.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1843, Bd. 13, S. 71 m. Abb.

[3]) Holtzapffel, Turning and mech. manip., Bd. 1, S. 227.

[4]) Die Kunst des Messerschmiedes von M. H. Landrin. Aus dem Französ. von H. Leng und Ch. H. Schmidt. Weimar 1836. (85. Band des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke.) — F. L. Schirlitz, die Fabrikation der Stahlwaren. Weimar 1868.

man dadurch erhält, dass man mehrere Schienen von Eisen und von Stahl abwechselnd aufeinander legt (z. B. vier eiserne und fünf stählerne), zusammenschweisst und zu einer Stange ausstreckt. In einer solchen Masse wird die Sprödigkeit, welche der Stahl beim Härten annimmt, durch die Zähigkeit des Eisens gemildert; aber um eine feine und scharfe Schneide zu erhalten, muss man dafür sorgen, dass in der Mitte der Dicke sich eine genügend starke Lage von Stahl befindet. Aus Eisen geschmiedete und dann durch Einsetzen erst in Stahl verwandelte Messer kommen vor, sind aber minderwertig und brechen wegen ihres grobkörnigen Gefüges sehr leicht.

Diejenigen Messerklingen, im besonderen zunächst Tischmesser, welche ganz aus Stahl bestehen, erfordern bei der Verfertigung die einfachen und gewöhnlichen Handgriffe des Schmiedens. Zur Beschleunigung der Arbeit hat der Schmied gewöhnlich einen Gehilfen (Zuschläger). Das Ende einer flachen Stahlstange wird in der Rotglühhitze breit und spitzig ausgeschmiedet, wie die Gestalt der Klinge erfordert, wobei man dem Rücken seine gehörige Stärke giebt, und der Schneide wenigstens noch 0,5 *mm* Dicke lässt. Hierauf trennt man durch Abhauen die Klinge von der Stange, indem man an ersterer einen Teil sitzen lässt, welcher gross genug ist, um die Angel zu bilden. Die Ausarbeitung dieses Teiles geschieht in der zweiten Hitze; denn womöglich muss das Schmieden der Klinge selbst in einer einzigen Hitze beendigt sein, um den Stahl zu schonen. Die Angel ist entweder vierkantig und spitzig, oder flach und breit, in welchem letzteren Falle sie nachher zwischen die zwei Teile des Heftes eingelegt und vermittels einiger quer durchgesteckter vernieteter Drahtstiftchen damit verbunden wird. Bei Messern, welche zwischen Angel und Klinge eine sogenannte Scheibe oder Schulter haben, wird diese durch Ansetzen auf dem Ambosse (S. 211) hervorgebracht, dann in einem zweiteiligen Gesenke, oder (wenn sie dünn ist) mittels eines stählernen Stempels in dem sogenannten Stemmeisen vollendet. Das letztere ist ein in einem Holzklotze aufrecht stehendes, oben verstähltes Eisen, welches ein senkrechtes schmales Loch enthält. In dieses Loch wird die Klinge gesteckt, sodass die Scheibe aufsitzt; dann setzt man den (zur Aufnahme der Angel ausgehöhlten Stempel auf, und giebt ihm ein paar Hammerschläge, wodurch die Scheibe zwischen dem Stemmeisen und dem Stempel die gehörige Gestalt erhält. Die Schmiedemaschine leistet, wie für kleine Arbeit überhaupt, so auch dem Messerschmiede treffliche Dienste.

Beim Schmieden der Klingen wird auch die Firma der Fabrik mittels einer Mater angebracht, die auf dem Ambosse ruht, und auf welche man das glühende Messer legt; ein Schlag mit dem Hammer drückt sodann das Messer genügend stark gegen die Mater. — Um Stahl zu sparen, wird sehr oft die Angel aus einem an die stählerne Klinge angeschweissten Stücke Eisen gebildet; alsdann erfordert die Verfertigung des Messers drei Hitzen: in der ersten wird die Klinge an einem Stahlstabe geformt und von diesem abgehauen, in der zweiten das Eisenstückchen angeschweisst, in der dritten dieses Eisen zur Gestalt der Angel ausgeschmiedet.[1]) Noch mehr ist die Herstellung vereinfacht, wenn man die Angel samt Scheibe aus Eisen giesst, tempert und ohne weiteres mit der Klinge zusammenschweisst. An wohlfeilen Messern grösserer Art besteht auch der Rücken aus Eisen. Zu diesem Zwecke wird ein Stahlstück 25 *mm* lang und breit, 6 *mm* dick geschmiedet, hufeisenförmig zusammengebogen, zwischen dasselbe ein Eisenstäbchen eingelegt und damit zusammengeschweisst, worauf man der Klinge wie oben ihre Gestalt giebt. Die Seite, wo die Umbiegung des Stahles liegt, wird zur Schneide ausgearbeitet. Die Angel entsteht aus einem Teile des Eisens,

[1]) Zeitschrift d. Ing. 1864, S. 217 m. Abb.
D. p. J. 1864, **173**, 22 m. Abb.

welchen man beim Abhauen an der Klinge sitzen lässt. — Tischmesser mittlerer Grösse mit angeschweisster Angel, jedes wie angegeben drei Hitzen erfordernd, kann ein Arbeiter 10 Dutzend in 10 Arbeitsstunden verfertigen. — Die Flächen einer Tischmesserklinge sind unter einem Winkel von 2 bis 5° gegeneinander geneigt; durch das Scharfschleifen entsteht an der Schneide ein Winkel von 15 bis 20°.

Zur Ersparung von Arbeit dient es, die Messerklingen unter dem Durchschnitt aus Stahlblech zu schneiden (in welchem Falle die Scheibe der Tischmesser als besonderes Stück angefertigt und auf die Angel gesteckt wird).

Vielfach verwendet man auch Walzwerke zur Ausbildung der Messerklingen. An Hand der Fig. 101, 102 und 103 soll als Beispiel die Verfertigung kleiner Messer beschrieben werden, bei welchen Griff und Klinge aus einem Stück bestehen. Ein 7 *mm* dicker, 12 *mm* breiter Stahlstab wird in 145 *mm* lange Stücke zerlegt. Nachdem eins der Stücke gehörig erwärmt ist, legt man es vor ein Walzenpaar, deren Walzen nur pendelnd sich drehen und in deren Umflächen je die Hälfte des Griffes, der Schulter und eines Teils der Klinge eingegraben ist. Man gewinnt so die durch Fig. 101 dargestellte Gestalt. Nach entsprechender Erwärmung des zur Ausbildung der Klinge bestimmten Endes führt man dasselbe in ein anderes Pendelwalzenpaar und zwar mit der Längenrichtung winkelrecht gegen die Walzenachsen, sodass die Klinge auf die gehörige Länge gestreckt wird; sobald die Klinge hier losgelassen ist, wird sie mit der demnächstigen Schneide voran, also gleichlaufend mit den Walzenachsen einem dritten Walzenpaar überantwortet, welches die Breitenstreckung besorgt. Das Messer hat dann die durch Fig. 102 dargestellte Gestalt. Mittels eines Durchschnittes bildet man nun die Umgrenzung der Klinge, mittels eines Schleifsteins oder einer Feile wird der Grat vom Griff genommen. Es folgt dann das Härten, Schleifen und Glanzschleifen; eine gute Vernickelung vollendet das Messer.

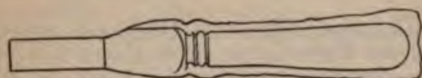


Fig. 101.

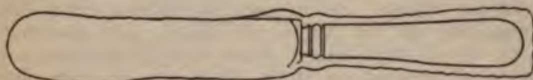


Fig. 102.

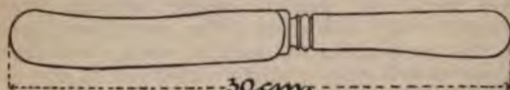


Fig. 103.

Nachdem die geschmiedeten bezw. gewalzten Messerklingen durch Abfeilen oder Schleifen blankgemacht und zugleich hinsichtlich ihrer Gestalt vollkommener ausgebildet sind, werden sie gehärtet, indem man sie rotglühend senkrecht in Wasser taucht und bis zum gänzlichen Erkalten darin herumbewegt. Sehr oft unterlässt man aber jede Ausarbeitung vor dem Härten und härtet demnach die Klingen im rohen geschmiedeten Zustande: ein Verfahren, welches für feine Ware weniger zu empfehlen ist. Das Erhitzen der Messer zum Härten geschieht sehr zweckmässig in glühendem Bleibade (wobei man am sichersten den richtigen und gleichmässigen Hitzegrad erreicht, S. 16), das Ablöschen — statt in Wasser — in Rüböl. — Das nun folgende Anlassen wird vorgenommen, nachdem man die gehärteten Klingen mit einem Handschleifsteine einigermassen, wenigstens an einer Stelle blankgemacht hat, um die Anlauffarben beobachten zu können. Auf glühenden Kohlen das Anlassen vorzunehmen, ist, weil die Erhitzung leicht ungleichmässig ausfällt, nicht zu empfehlen; weit besser ist die Anwendung der Metallbäder (S. 16). Die zweckmässigste Hitze zum Anlassen der Tischmesser ist diejenige, bei welcher die gelbe Farbe sehr merklich

in Rot, oder dieses sogar in Violett überzugehen anfängt. Haben sich die Klingen beim Härten verzogen, so richtet man sie jetzt durch vorsichtige Schläge mit dem Hammer auf einem Ambosse wieder gerade. Hiernach folgt das Schleifen auf umlaufenden nassen oder trockenen Schleifsteinen (zuerst auf einem gröberen, dann auf einem feineren), wobei man das Messer gleichlaufend mit der Achse des Steines hält und, um es fester zu haben, mit einem hölzernen Schleifhefte versieht; das Schmirgeln mit feinem Schmirgelpulver und Öl auf einer hölzernen (aus Nussbaum- oder Mahagoni-Holz gemachten), gleich dem Schleifsteine umgedrehten Scheibe, welche oft mit einem Leder-, Blei- oder Zinn-Ringe umkleidet ist; endlich das Polieren mit Kalk, Polierrot oder Zinnasche und Öl oder Branntwein auf einer belederten Scheibe. Die Schneide ist nach allen diesen Arbeiten nicht vollkommen scharf, sondern durch das Schleifen mehr oder weniger umgelegt, d. h. mit einem Grat versehen. Um diesen wegzuschaffen, dient das Abziehen auf einem Hand-Ölsteine, welches die letzte Arbeit ist.

Gabeln werden wie die Messer verfertigt, mit denjenigen leicht begreiflichen Abänderungen beim Schmieden, welche der Unterschied in der Gestalt notwendig macht. Die dazu angewendeten Stahlstäbe sind ungefähr 10 *mm* im Quadrat dick. Die Angel und der Schaft oder Stiel werden zuerst aus dem Rohen geschmiedet; dann haut man die Gabel ab, indem man ein etwa 25 *mm* langes Stück von dem vierkantigen Stabe daran sitzen lässt. Dieses Stück wird in einer zweiten Hitze flach ausgestreckt, sodass es die Länge der Zacken und eine angemessene Breite erhält. Die Scheibe zwischen Schaft und Angel, nebst dem Schafte selbst, wird in einem Gesenke vollendet. In dem vordersten, wie erwähnt platt und schaufelartig geschmiedeten Teile der Gabel bildet man durch Einhauen mit dem Meissel die Zinken, deren Zwischenräume mit der Gabelfeile (S. 298) ausgearbeitet werden. Bei fabrikmässigem Betriebe bedient man sich eines Fallwerkes (S. 282), dessen Hammer ungefähr 50 *kg* schwer ist. Zwei nach der Gestalt der Gabelzinken ausgebildeten Gesenke sind in dieser Maschine angebracht: das eine unbeweglich auf dem Ambosse, das andere auf der unteren Seite des Hammers. Das flache Ende der Gabel wird fast weissglühend gemacht und auf den Unterstempel gelegt, dann lässt man den Hammer mit dem Oberstempel von 2 bis 2,5 *m* Höhe darauffallen. Zwischen den so hervorgebrachten Zinken bleibt noch ein dünner Stahlteil stehen, welcher hierauf mittels eines Durchschnittes (S. 264) herausgeschnitten wird. — Die Gabeln werden nun zwischen Kohlenfeuer schwach rotglühend gemacht und der äusserst langsamen Abkühlung in dem allmählich ausgehenden Feuer überlassen, um recht grosse Weichheit zu erlangen, wodurch die nötige Ausbildung mittels Befeilens erleichtert wird. Den Zinken giebt man hierauf die erforderliche Biegung. Härten und Anlassen bieten keine Eigentümlichkeit dar. Das Schleifen der Gabeln geschieht zum Teil aus freier Hand mit einem Ölsteine, das Schmirgeln und Polieren auf Bürstenscheiben, letzteres auch mittels des Polierstahles.

Einlegemesser, wozu Taschen-, Garten- und Rasiermesser gehören, bestehen gänzlich aus Stahl. Federmesser und Taschenmesser werden stets von einem einzigen Arbeiter geschmiedet, der einen 1,5 bis 2 *kg* schweren, auf der Bahn nur etwa 25 *mm* breiten Hammer führt. Die Klinge wird aus dem Ende eines Stahlstäbchens ausgestreckt und von demselben dergestalt abgehauen, dass hinreichend Stahl daran sitzen bleibt, um in der zweiten Hitze sowohl den Druck als auch noch überdies eine vorläufige kurze Angel zu bilden, welche man nur gebraucht, um das Messer in einem Hefte zu befestigen, woran der Schleifer es halten kann; das Loch im Drucke wird hierbei mittels eines Durchschnittes hervorgebracht. Die kleine Kerbe, in welche man beim Öffnen des Messers den Daumennagel einsetzt (der Nagelgriff), wird mittels einer meisselartigen — entweder in der Hand gehaltenen oder auf dem Amboss feststehenden — Punze in der dritten Hitze eingeschlagen, in welcher man überhaupt der Klinge ihre Vollendung giebt. Zum Anlassen nach dem Härten setzt man ein paar Dutzend Klingen dicht nebeneinander, die Rücken nach unten, auf eine Eisenplatte, welche man dann über Feuer bringt, bis die Messer purpurrot anlaufen. — Bei fabrikmässiger Herstellung werden Federmesser- und Taschenmesserklingen nicht

selten aus Stahlblech unter einem Durchschnitt ausgestossen und durch kurzes Nachschmieden nur vollendet. — Die Seitenflächen einer Federmesserklinge laufen in der Schneide unter einem Winkel von 13 bis 19° zusammen.

Die grösste Sorgfalt und Kunstfertigkeit erfordert die Verfertigung guter Rasiermesser. Es kommt bei denselben auf vorzüglich gute Beschaffenheit des Stahles, auf eine angemessene Härtung und auf die Feinheit der Schneide an. Das Schmieden der Klingen wird, wie jenes der Tischmesser, oft von zwei Arbeitern verrichtet; es muss bei schwacher Rotglühhitze geschehen, damit der Stahl nicht leidet; in einer Hitze wird die Klinge ausgestreckt und abgehauen, in der zweiten der Druck oder Talon (das zur Befestigung in der Schale dienende Ende) gestaltet und gelocht, in der dritten die Klinge an der Schneidseite dünn ausgeschmiedet und auf der abgerundeten Ambosskante die Aushöhlung der Flächen gebildet. Wenn man mehr auf Schonung des Stahles als auf Beschleunigung der Arbeit Rücksicht nimmt, so wird die Zahl der Hitzen oft bis auf sechs gesteigert. Das Hämmern wird in der letzten Hitze bis zur völligen Abkühlung fortgesetzt, wodurch der Stahl eine der Schneide sehr günstige Dichtigkeit gewinnt. Man befeilt hierauf die Klingen, erhitzt sie bis zum kirschroten Glühen, und härtet sie in — reinem oder mit wenig Schwefelsäure und Salmiak versetztem — Wasser, wobei man sie mit dem Rücken voraus eintaucht, um der Entstehung von Härterissen an der Schneide vorzubeugen, und bis zum gänzlichen Erkalten im Wasser bewegt. Beim Erhitzen legt man die Klinge so auf das Feuer, dass die Schneide nach oben steht. Man hat besondere Vorrichtungen erdacht, um die zum Härten erforderliche Erhitzung auf das Zweckmässigste vorzunehmen.[1]) — Die zum Anlassen der Rasiermesser geeignete Farbe ist die gelbe in ihren verschiedenen Abstufungen, deren Auswahl sich nach der durch Erfahrung bekannten Beschaffenheit des Stahles richtet (S. 16). Am besten scheint es zu sein, den Rücken in einer geschmolzenen Mischung aus Zinn und Blei, dann nachträglich die Schneide in einer Weingeistflamme anzulassen. — Das nun folgende Schleifen geschieht auf drei Schleifsteinen nach der Reihe: der erste und grösste dient nur um die Klingen blankzumachen, sowie den Rücken und den Druck auszubilden; der zweite Stein ist kleiner und höhlt die Flächen des quer daran gehaltenen Messers aus; der letzte und kleinste vollendet die Aushöhlung und macht die Schneide gehörig dünn. Zum Polieren dient Schmirgel, dann Zinnasche oder Polierrot auf Lederscheiben mit Öl. Die Scheibe, worauf man den Rücken poliert, enthält rundum eine Rinne, in welche die Wölbung des Messerrückens passt; die Flächen der Klinge werden auf einer Scheibe poliert, deren Durchmesser jenem des letzten Schleifsteines gleich ist, damit die Aushöhlung des Messers auf die Krümmung der Scheibe passt. Abgezogen werden die Rasiermesser zuerst auf Handsteinen, wie andere Messer; dann aber noch auf dem Abziehriemen. Das Abziehen auf dem Steine muss mit der äussersten Sorgfalt vorgenommen werden, um der Schneide alle mögliche Feinheit zu erteilen. Sehr zweckmässig bedient man sich dreier Steine von zunehmender Feinheit nacheinander. Der erste kann ein Wasserstein (Sandstein von sehr feinem Korne) sein und eine etwas bogenförmige (gewölbte) Oberfläche besitzen. Der zweite Stein, mit ebener Fläche, ist ein levantischer Ölstein oder der bekannte gelbe Rasiermesser-Schleifstein, der gleich jenem mit Öl gebraucht wird. Der letzte Stein ist blauer feinkörniger Schiefer, auf dem man das Abziehen mit Wasser verrichtet. Die höchste Verfeinerung der Schneide wird durch das Abziehen auf dem Riemen (Abziehriemen, Streichriemen) erlangt: einem bekannten Werkzeuge, welches man auch beim Gebrauche der Rasiermesser anwendet. Die Streichriemen haben gewöhnlich zwei mit Leder bespannte Flächen, von welchen die eine mit geschlämmtem Polierrot, die andere mit geschlämmtem Reissblei (beide Pulver mit Öl oder Talg angemacht) eingerieben ist. Die rote Seite wird zuerst, die schwarze später angewendet. Das Leder ist Kalbleder, Wildleder oder Juften, und wird auf der Fleischseite gebraucht.

---

[1]) D. p. J. 1847, **105**, 183 m. Abb.

Die Gestalt und Einrichtung der Abziehriemen unterliegt mancherlei Verschiedenheiten[1]), ebenso die Zusammensetzung der Salbe, womit man das Leder einreibt. Sehr zu empfehlen ist folgende Salbe: Magneteisenstein wird mit Wasser auf einer Glasurmühle der Töpfer feingemahlen, getrocknet, mit dem vierten Teile seines Gewichtes feingefeiltem blauen Thonschiefer gemengt, mit Terpentinöl in einer Reibschale aufs Feinste verrieben, getrocknet, mit geschmolzenem Ochsenmark zu dickem Brei angemacht. Das Leder zum Bekleiden der Streichriemen wird nass mit dem Hammer geklopft, aufgeleimt, abgefeilt und mit Bimsstein trocken abgeschliffen, dann vorstehend beschriebene Salbe mit einer Mischung von geschmolzenem Kautschuk und Terpentinöl in 2 Anstrichen aufgetragen. — Ein vollkommen gut abgezogenes Rasiermesser schneidet ein aufrecht frei gehaltenes Menschenhaar, ohne es zu biegen, bei der ersten leichten Berührung ab; gewöhnlich prüft man die Güte der Schneide durch leises Aufsetzen und Hinziehen auf dem Finger, wobei eine aus der Erfahrung bekannte, nicht zu beschreibende Empfindung entsteht, wenn die gehörige Schärfe vorhanden ist.

Die hohle Krümmung auf den Seitenflächen der Rasiermesser hat einen Halbmesser von 35 bis 100 *mm* und wird demnach durch Anwendung von 70 bis 200 *mm* grossen Schleifsteinen gebildet; wie schon erwähnt, gebraucht man dazu zwei Steine, von welchen der zuletzt angewendete kleinere die durch den ersten gebildete Aushöhlung in der Nähe des Rückens stärker vertieft, sodass der Querschnitt derselben aus zwei (unmerklich ineinander übergehenden) verschiedenen Kreisbögen zusammengesetzt ist. Die starke Aushöhlung bei 4 bis 6 *mm* Dicke des Rückens giebt der Klinge Leichtigkeit, ohne die nötige Stärke zu beeinträchtigen; sie erleichtert auch wesentlich das Schärfen durch Abziehen auf dem flachen Steine, durch welches an der Schneide zwei schmale, unter einem Winkel von 16 bis 19° zusammenstossende Flächen erzeugt werden. Die ungemeine Leichtigkeit, mit der ein Rasiermesser schneidet, hat (wie aus dem eben Angeführten hervorgeht) ihren Grund nicht in geringer Grösse des Schneidwinkels, sondern in der vollkommenen Ausbildung der Schneidkante, der feinen Politur der Schneide, und der sehr geringen Dicke der Klinge in nächster Nachbarschaft der Schneide, welche letztere deshalb beim Eindringen die durch den Schnitt getrennten Teile äusserst wenig zur Seite zu drängen braucht. Der richtige Schneidwinkel kommt heraus, wenn die Breite des Messers (von der Schneide bis an die dickste Stelle des Rückens gemessen) $3^1/_4$ bis $3^1/_2$mal so viel beträgt als die Rückendicke. — Den Talon (S. 492) versieht man in der Regel, um beim Rasieren eine feste Haltung zwischen den Fingern zu sichern, auf seinen beiden schmalen Flächen mit einem einfachen Feilenhiebe. — Ausgezeichnet gute Rasiermesser werden durch Ausschneiden der Klingen, mittels eines Durchschnittes, aus vorläufig durch Kaltwalzen verdichteten Stahlplatten hergestellt; der dicke Rücken wird an diese Messer als besonderes Stück angesetzt.[2]) Am besten ist es, eine Stahlblechschiene am Rande dünn zulaufend auszuschmieden, bevor man hier eine Klinge herausschneidet. Den Rücken, welcher mit dem Talon ein Ganzes ausmacht, giesst man aus Eisen, tempert ihn, arbeitet mit einer Fräse die zum Einlegen der Klinge nötige Nut aus und befestigt hierin die Klinge durch den Stoss eines Prägwerkes. Rasiermesser, ganz aus getempertem Eisenguss (S. 32), sind stets von geringer Güte, weil ihrem Stoff das feine dichte Gefüge des guten Stahles fehlt.

Als Verzierung, welche auf die Güte durchaus keinen Einfluss hat, giebt man zuweilen den Rasiermessern eine Art oberflächlicher Damaszierung (S. 40), welche von zweierlei Art ist und in beiden Fällen dadurch erzeugt wird, dass man die Stahlfläche teilweise mit Öl benetzt und dann in Scheidewasser [illegible]; letzteres ätzt die nicht fetten Stellen matt, lässt aber die geölten unverändert. Die erste Art dieser Damaszierung besteht aus kleinen Punkten und hat demzufolge ein granitartiges Ansehen. Man legt, um sie hervorzubringen, die Rasier-

---

1) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 1, S. 118 m. Abb.
2) D. p. J. 1847, **105**, 183.

messerklingen auf einen Teller, nimmt mit den Borstenspitzen einer kleinen, steifen und dichten Bürste etwas Öl auf, und streicht die Bürste mit einem Eisenstäbchen, um das Öl in äusserst kleinen aber zahlreichen Tröpfchen auf die Klingen zu spritzen. Letztere werden sodann auf ein paar Minuten in mit der doppelten Menge Wasser verdünntes Scheidewasser gelegt, mit reinem Wasser gut abgewaschen, mit Kalk abgerieben und zart eingeölt. Die zweite Art bietet grössere, flammenartige oder aus verzweigten Linien zusammengesetzte Zeichnungen dar. Man füllt ein weites Gefäss, dessen Tiefe grösser ist, als die Länge der Messerklingen, mit Wasser, und giebt auf dieses eine dünne Schicht Öl. Dann taucht man eine Klinge senkrecht einige Millimeter tief ein und bewegt sie in der Richtung ihrer Breite hin und her, indem man sie bei jeder Bewegung ein wenig tiefer in das Wasser einsenkt. Hierdurch werden die an dem Messer hängenbleibenden Ölteile auseinander getrieben und in eine Art von Verzweigung zerteilt. Die allmählich ganz eingetauchte Klinge wird wieder herausgezogen und wie vorher mit Scheidewasser geätzt. — Statt dieses letztern Verfahrens kann man mit einem Stückchen Badeschwamm ein wenig Buchdruckerfarbe aufnehmen und mit leichten Zügen über die Klinge verstreichen, sodass diese nur netzähnlich damit bedeckt wird; dann wie oben in Scheidewasser ätzen.

Einen wichtigen Teil der Messerfabrikation bildet die Verfertigung der Hefte für Tischmesser u. s. w. und der Schalen für alle Arten von Einlegmessern, wozu als Rohstoffe Ebenholz, Knochen, Elfenbein, Perlmutter, Horn, Hirschhorn und dessen Ersatz aus Holz oder Horn, Schildpat, angewendet werden. Als der Metallverarbeitung fremd ist dieser Gegenstand hier nicht weiter zu erörtern. Doch soll in betreff der dabei vorkommenden Metallbeschläge erwähnt werden, dass man die Zwingen der Tischmesserhefte aus Silber- oder Neusilber-Blech entweder aus zwei im Fallwerk gestampften Teilen mit Schlaglot zusammenlötet oder im ganzen durch drei nacheinander folgende Stanzen fingerhutähnlich auftieft, den flachen Boden hierauf mittels des Durchschnittes ausstösst und nötigenfalls den übrigbleibenden Ring auf der Drehbank durch Rändeln u. s. w. vollendet. Zur Ausbildung der Backen an Feder- und Taschenmessern dienen die Backenfeilen oder entsprechend gestaltete Fräsen.

Die Verfertigung der Scheren gehört zu den schwierigeren Arbeiten des Messerschmiedes. Es ist notwendig, dass die Scherblätter vollkommen einerlei Härte haben (damit nicht eins die Schneide des andern verdirbt, was man sogleich fühlt, wenn die Schere unter etwas scharfem Gegeneinanderpressen der Blätter langsam geschlossen wird); dass die Schneiden fein und dauerhaft seien; endlich dass beim Schliessen der Schere in jedem Augenblicke die vollkommenste Berührung zwischen den Schneiden an jener Stelle vorhanden sei, wo sie sich kreuzen, ohne dass auf den übrigen Punkten eine unnötige Reibung der Blätter aneinander stattfindet. Dieser letztere Zweck wird bekanntlich dadurch erreicht, dass die inneren Flächen der Blätter nicht eben, sondern der Länge nach etwas hohl gemacht werden. — Grosse Scheren sind regelmässig aus Eisen verfertigt und nur an den Schneiden verstählt. Man schmiedet an einem Eisenstabe ein flaches Stück von der Länge eines Scherblattes aus, legt auf die innere Seite ein Stück Stahl, schweisst dasselbe mit dem Eisen zusammen, und bildet endlich das Blatt so weit aus, als dies mittels des Hammers möglich ist. Das Nämliche gilt von dem Schilde, d. h. jenem flachen Teile, durch welchen das Niet oder die Schraube der Schere geht. Dort, wo das Schild sich an den Griff oder die Stange anschliesst, wird durch Ansetzen auf der Kante des Ambosses der Schluss gebildet, nämlich ein stufenartiger Absatz, mit welchem die beiden Teile der Schere aneinanderstossen, wenn letztere ganz geschlossen ist. Für den Ring oder Griff wird die Fortsetzung der Eisenstange gehörig dünn und rund ausgestreckt, dann in bestimmter Entfernung vom Schilde abgehauen, auf dem Horne des Ambosses rund oder oval gebogen, endlich (zur Schliessung des Ringes) geschweisst. Die Ringe an kleinen Scheren werden dagegen durch Lochen hergestellt, wobei die Schweissung wegfällt. Es wird nämlich das Eisen scheibenförmig ausgeschmiedet, mittels eines runden Durchschlages von beiden Seiten her gelocht, und der so entstandene

noch unförmliche Ring auf der Spitze des Ambosshornes oder auf einem besonderen Sperrhorne (S. 205) ausgedehnt und zur richtigen Gestalt fertiggeschmiedet, wobei man eine zweckmässig geformte Querfurche des Hornes benutzt, um der Innenseite des Ringes richtige Gestalt und Glätte zu geben. Verzierte Stangen vollendet man in einem zweiteiligen Gesenke; ausserdem werden oft Gesenke (einfache Untergesenke) gebraucht, um das Schild und die Aussenseite der Blätter zu formen.

Nunmehr feilt man die Teile der Schere einzeln aus; bohrt darin das Loch für das Niet oder die Schraube; setzt die Schere mittels eines falschen (nur vorläufig dienlichen) Nietes zusammen und befeilt sie vollends im ganzen. Langen Blättern wird hierauf durch behutsames Biegen jene einwärts hohle Krümmung gegeben, von welcher oben die Rede war; wogegen man kurze und kleine Scheren bloss nachher durch das Schleifen aushöhlt. — Beim Härten fasst man die Schere an den Ringen mit einer Zange, lässt sie im ruhigen oder wenig angefachten Schmiedefeuer rotglühend werden, und taucht sie dergestalt in das Wasser, dass beide Blätter gleichmässig abgekühlt werden, gleichwie sie durch das angezeigte Verfahren einen möglichst gleichen Hitzegrad erlangt haben. Von der Erfüllung dieser beiden Bedingungen, sowie von einem übereinstimmenden Verfahren beim Anlassen, hängt die gleiche Härte der Blätter ab, welche so sehr notwendig ist. Die Farbe, bis zu welcher die Scheren angelassen werden, ist die strohgelbe oder goldgelbe, öfters auch die purpurrote oder violette. Nach dem Härten und Anlassen werden die Blätter auf dem Schleifsteine geschliffen, wobei man die hohle Krümmung der inneren Flächen zu bewahren und selbst zu verbessern trachten muss. Die weitere Behandlung durch Schmirgeln und Polieren ist mit jener der Messerklingen übereinstimmend; nur dass sie bei den Scheren teilweise (namentlich an den Griffen) mittels Bürstenscheiben und selbst mittels Schmirgel- und Polier-Hölzern (auch wohl mittels des Polierstahles) aus freier Hand vorgenommen werden muss. Der Grat an den Schneiden wird durch Abziehen auf einem Hand-Ölsteine entfernt. Die endliche Anbringung des bleibenden Nietes, oder der statt dessen dienenden Schraube, erklärt sich von selbst.

Kleine Scheren verfertigt man nicht selten, mit Ersparung des Schmiedens, aus starkem gewalzten Stahlbleche, indem mittels des Durchschnittes jedes Blatt samt seinem Griffe durch einen einzigen Druck dargestellt wird, wonach zwischen zwei Stempeln (Matern) Verzierungen auf die Griffe geprägt werden können.[1]) Die Ausarbeitung mit der Feile, das Härten, Anlassen, Schleifen und Polieren bleiben wie sonst. — Gusseiserne Scheren (Guss-Scheren), die man in feinem fetten Sande giesst (nachdem die Form getrocknet, unmittelbar vor dem Gusse aber an der Stelle der Schneiden schwach benetzt worden ist, damit sie hier durch Abschrecken härtend wirkt), und welche nach dem Gusse keiner weiteren Bearbeitung als des Schleifens oder Polierens bedürfen, können den stählernen an Güte nie gleichkommen. Am besten fallen noch die von richtig getempertem Eisengusse aus (S. 32).

C. Chirurgische Werkzeuge, besonders die verschiedenen Arten von Messern und Scheren, werden mit den im Vorigen schon enthaltenen Verfahrungsarten dargestellt. Mehr als irgendwo ist bei diesen Geräten die äusserste Sorgfalt in betreff der Auswahl des Stahles, der richtigen Gestalt, des Härtens und Anlassens, des Schleifens und Polierens notwendig.

D. Blanke Waffen.[2]) — Man fasst unter dieser Benennung die Säbel- und Degenklingen, Bajonette, Rappiere, Dolche und Piken oder Lanzen zusammen. Die Folge der Arbeiten bei der Verfertigung dieser

[1]) D. p. J. 1852, **125**, 401.
[2]) Abhandlung über die Feuer- und Seitengewehre. Von Cav. Beroaldo-Bianchini. Bd. 2. Wien 1829.

Gegenstände ist dieselbe, wie für Messer und ähnliche Schneidwerkzeuge; demnach sind die Arbeitsstufen: das Schmieden, das Ausfeilen, das Härten und Anlassen, das Schleifen und Polieren.

Der Rohstoff zu den Säbelklingen ist ein durch Gärben dargestelltes Gemenge von Eisen und Stahl (vergl. S. 488), welches erhalten wird, indem man eine Eisenstange zwischen zwei Stahlstangen legt, sie zusammenschweisst, das Ganze in zwei gleichlange Teile zerhaut, diese wieder aufeinander legt und schweisst. So kommt eine doppelte Stahl-Schicht in die Mitte zu liegen, was zur Bildung der Schneide notwendig ist. Eine Schiene dieser Art muss etwa zwei Drittel der Länge und Breite, dagegen das Anderthalbfache der Dicke einer Klinge besitzen; eine einzige Hitze ist mehr als hinreichend, um die Schiene aus einer gegärbten Stange zu schmieden. Die erste nun folgende Arbeit ist die Verfertigung der Angel, welche in zwei Hitzen an der Schiene festgeschweisst und aus dem Groben bearbeitet werden muss. Man bildet die Angel aus einem ungefähr 25 *mm* breiten und 6 bis 8 *mm* dicken Eisenstabe, der zur Form eines ⋖ gebogen wird, worauf man die Schiene dazwischensteckt und schweisst. Das Eisen soll nicht über 36 *mm* weit in die Klinge hinein sich erstrecken. Man macht die Angel von Eisen, um das Abspringen derselben bei heftigen mit der Klinge geführten Schlägen zu vermeiden; wenn indessen nach der oben angegebenen Art die Mengung aus Stahl und Eisen gut bereitet ist, so kann man ohne Gefahr die Angel aus der Schiene selbst durch Ansetzen bilden. Das Ausschmieden (Vorschmieden) der Klinge, um derselben ihre Gestalt aus dem Groben zu geben, erfordert höchstens fünf Hitzen: drei für den Teil von der Angel bis zur Spitze und zwei für die Spitze (d. h. den vordersten, 15 bis 20 *cm* langen Teil, welcher zweischneidig ist). Die vorgeschmiedete Klinge ist zwar schon keilförmig, nämlich vom Rücken nach der Schneide hin dünner zulaufend; aber es fehlen ihr noch die rinnenartigen Aushöhlungen auf beiden Flächen, durch welche die nötige Leichtigkeit entsteht. Diese Aushöhlungen werden mittels Ober- und Untergesenk, welche beide mit einer abgerundeten Bahn versehen sind, hervorgebracht. Das Untergesenk wird in dem Amboss angebracht; der Schmied legt darauf die Klinge, setzt auf diese den hammerähnlichen, mit einem hölzernen Stiele versehenen Oberstempel und lässt seinen Gehilfen mit dem grossen Hammer die nötigen Schläge anbringen, während er nach jedem Schlage die Klinge ein wenig ihrer Länge nach zwischen den Gesenken fortbewegt. Das Ausschlagen der Aushöhlungen erfordert gewöhnlich drei Hitzen. Hierauf wird (von dem Schmiede allein) der Klinge die Schneide gegeben, indem man sie auf die schräge Oberfläche eines im Ambosse angebrachten Abreifstempels legt und mit dem Hammer dünn austreibt; drei oder vier Hitzen sind dazu notwendig. Das Aushämmern der Schneide bewirkt zugleich, vermittels der hier stattfindenden Ausdehnung, die Krümmung der Klinge, wenn diese erfordert wird; bei geraden Klingen muss durch zweckmässige Gegenschläge die Krümmung verhindert werden. Die Beendigung des Schmiedens geschieht durch völlige Ausbildung der Angel, wozu eine Hitze mehr als genügend ist. Nach allem Vorstehenden ergiebt sich, dass eine Säbelklinge ungefähr 15mal in das Feuer kommen muss, bevor sie als fertig geschmiedet abgeliefert werden kann.

Die Klingen werden nun mit einer Vorfeile (besser auf dem Schleifsteine) von den vorhandenen gröberen Unebenheiten befreit und kalt mit dem Hammer geradegerichtet. Um das Härten vorzunehmen, erhitzt man sie gleichmässig zum Rotglühen, schiebt sie sehr schnell durch eine Masse angefeuchteten Hammerschlages und taucht sie endlich, die dicksten Teile (also Rücken und hinteres Ende) voraus, in kaltes Wasser. Das Anlassen geschieht auf glühenden Kohlen und bis zum Erscheinen der gelben Farbe, worauf man die noch heissen Klingen mit dem Hammer geraderichtet, insofern sie beim Härten sich verzogen haben. Damit nicht während des Richtens die Klingen zu kalt werden, thut man am besten, zuerst die eine Hälfte anzulassen und zu richten, dann die andere. Dabei ist es notwendig, eine kurze Strecke in der Mitte gar

nicht in das Feuer zu bringen, weil dieselbe hinlängliche Hitze durch Mitteilung von den beiden Enden her empfängt.

Nach dem Härten und Anlassen werden die Klingen auf nassen Steinen geschliffen, und zwar zuerst die ebenen Flächen und der Rücken, dann die Schneide, endlich die Aushöhlungen. Die Flächen und der Rücken werden auf 1,8 bis 2,1 *m* grossen, 23 *cm* dicken Sandsteinen, welche gegen 200 Umläufe in der Minute machen, der Quere nach geschliffen. Auf die Klinge wird zu grösserer Bequemlichkeit ein danach gestaltetes, 25 *mm* dickes Holz gelegt, samt welchem sie der Schleifer mit beiden Händen anfasst und lenkt. Die Schneide schleift man auf den nämlichen Steinen, aber nach der Länge und ohne ein Holz zu Hilfe zu nehmen. Dagegen geschieht das Schleifen der Aushöhlungen wieder nach der Quere, indem man dazu einen Schleifstein von 7 bis 25 *cm* Durchmesser, überhaupt von solcher Grösse anwendet, dass die Krümmung seines Umkreises dem Bogen der Aushöhlungen auf den Klingen entspricht. Diese Steine machen 400 bis 500 Umdrehungen in einer Minute. Manche Klingen enthalten doppelte Aushöhlungen, und diese werden wegen ihres sehr kleinen Krümmungshalbmessers nach der Länge ausgeschliffen, zu welchem Zwecke der Umkreis des Steines mit angemessen gestalteten erhabenen Reifen versehen sein muss, welche bei eintretender Abstumpfung durch Anhalten eines halbmondartigen Drehstahles ausgebessert werden. Die hierzu dienlichen Steine sind 45 bis 60 *cm* gross, laufen 400mal in der Minute um, und werden trocken gebraucht; doch macht man die Klingen von Zeit zu Zeit nass, um Erhitzung und folglich Verlust der Härte zu vermeiden. Um die Abnutzung zu verzögern, wählt man zu dieser Schleiferei gern statt der Sandsteine eine härtere Steinart, namentlich weichen Granit. Das Schleifen nach der Länge kann sich natürlich nicht auf den gerade abgeschnittenen Anfang der Aushöhlung (zunächst der Angel) erstrecken; dieser Teil wird daher — wie bei den einfachen Aushöhlungen — nach der Quere mit einem kleinen Steine geschliffen. Zum Polieren der Klingen dienen Polierscheiben aus hartem Holze, welche von 3 bis zu 90 *cm* im Durchmesser haben, auf der Stirn der Breite nach teils gerade, teils gerundet sind, und meist 300 bis 500 Umdrehungen in der Minute machen. Das Polieren aller Teile der Klingen geschieht nach der Länge, ausgenommen ein 5 *cm* langes Stück unmittelbar an der Angel, welches nach der Quere poliert wird. Zum Polieren der Aushöhlungen dienen Scheiben, welche auf der Stirn gehörig abgerundet sind. Als Poliermittel gebraucht man Schmirgel, zuerst gröberen mit Öl, dann feinen mit Talg; den höchsten Glanz aber erzeugt (nachdem die Klingen mit Asche oder ungelöschtem Kalk abgeputzt sind) das Glätten auf hölzernen Scheiben, welche mit Holzkohle eingerieben und mit einem Achat oder Blutstein glänzend gemacht sind.

Die Prüfungen, welchen man die Klingen unterwirft, um ihre Härte, Zähigkeit und Elasticität zu erforschen, sind folgende: 1) Man stützt die Spitze gegen ein Brett und bewirkt durch langsamen Druck auf die Angel eine Ausbiegung von 22 bis 25 *cm*, erst nach der einen, dann nach der andern Seite. Die Biegung muss regelmässig erscheinen und beim Aufhören des Druckes völlig wieder verschwinden. 2) Man schlägt die flache Klinge einigemal mit grösster Heftigkeit auf einen Tisch oder gegen den Umkreis eines abgestutzt-kegelförmigen Holzklotzes, der 75 *cm* Höhe, oben 30 und unten 45 *cm* Durchmesser hat. Auch hierbei darf nicht die mindeste Beschädigung sich zeigen. 3) Man haut mit der Schneide (und zwar an drei verschiedenen Punkten derselben) in ein 6 bis 8 *mm* dickes, auf der Hochkante stehendes Eisen, wobei keine Scharte entstehen darf: offenbar von allen Prüfungen die entscheidendste.

Über die Verfertigung der damaszierten Klingen wird das (S. 41 bis 44) Gesagte die nötige Erklärung geben. Manche Klingen werden auf Kohlenfeuer blau angelassen. Vergoldete Verzierungen werden durch Blattgold hervorgebracht (S. 429). Auch von dem Ätzen war bereits die Rede (S. 378).

Das Bajonett ist eine zugespitzte stählerne Klinge mit drei oder vier, die ganze Länge einnehmenden Aushöhlungen (Blutrinnen), wodurch auch drei bis vier Kanten entstehen. Das untere Ende der Klinge ist durch einen

bogenförmigen Hals mit der Hülse verbunden, einer trommelförmigen eisernen Röhre, welche zum Aufpflanzen des Bajonetts dient und hierzu mit einem sogenannten Sperr-Ringe oder mit einer Feder versehen wird. Die Klinge wird aus Stahl unter einem kleinen Maschinenhammer aus dem Groben vorgeschmiedet, dann in zweiteiligen Gesenken völlig gestaltet; der unterste Teil derselben erhält eine angemessene Gestalt, um nachher einen Teil des Halses zu bilden. Die Hülse wird aus einem flachen Eisenstücke im Gesenke gebogen, über einem Dorn zusammengerollt, in Lehmbrei getaucht und mittels zwei oder drei Hitzen geschweisst. Schon vorher ist mit dem Eisen, woraus die Hülse entsteht, ein starker eiserner Stift durch Schweissung verbunden worden: diesen und den an der Klinge sitzenden Teil des Halses schweisst man nun zusammen, wodurch die Klinge mit der Hülse zwar verbunden ist, aber beide rechtwinklig gegeneinanderstehen. Man biegt hierauf den Hals im rotglühenden Zustande dergestalt, dass die Klinge in gleichlaufende Stellung zur Hülse kommt, überhämmert die Hülse kalt auf einem Dorne und im Gesenke, um dem Eisen mehr Zähigkeit zu geben, macht dieselbe durch Ausglühen weich, und bohrt ihre Höhlung auf der Flinten-Bohrmaschine (S. 308) aus. Das Äussere der Hülse und der Hals werden mit der Feile ausgearbeitet; doch hat man auch Werkzeuge, durch welche die Hülse abgedreht werden kann. Das nunmehr folgende Härten, Anlassen, Schleifen und Polieren wird auf ähnliche Weise wie bei den Säbelklingen verrichtet; das Ausschleifen der Höhlungen geschieht nach der Länge. Es sind Maschinen zur Verfertigung der Bajonette erfunden worden.[1])

Die Schläger oder Rappiere erfordern nach der Art ihres Gebrauches, nicht sowohl Härte, als den höchsten Grad von Elasticität. Man macht sie aus gutem Gerbstahl, welcher unter dem Maschinenhammer zu 48 bis 55 *cm* langen, 6 bis 8 *mm* breiten und 3 *mm* dicken Stäbchen ausgestreckt wird. Die weitere Ausarbeitung geschieht mit Handhämmern. Zuerst wird an dem einen Ende ein Stück Eisen angeschweisst und aus dem Groben zur Angel gestaltet; dann schreitet man zum Ausschmieden der Klinge: bei diesen Arbeiten hat der Schmied, dessen Hammer nur 1 *kg* wiegt, einen Gehilfen oder Vorschläger, welcher einen Hammer von 3 *kg* führt. Die Klingen werden jetzt einem zweiten Schmiede übergeben, der sie, ohne Gehilfen, noch einmal überschmiedet, die Angel vollendet, die Spitze rundhämmert und dieselbe glühend im Schraubstocke zu einem Knopfe staucht. Das Härten, welches hierauf folgt, wird durch Eintauchen in Wasser vorgenommen, aus welchem man die Klingen erst nach völliger Abkühlung wieder herausnimmt, um sie abzutrocknen, auf Kohlen bis zur hellblauen Farbe anzulassen, schnell mittels des Hammers und mittels Hinziehens durch ein gabelförmiges Eisen geradezurichten, und abermals in Wasser abzukühlen. Zum Schleifen der gehärteten und angelassenen Schläger bedient man sich der Sandsteine: zuerst schleift man die schmalen Seiten der Klingen nach der Länge auf einem trockenen Steine von 60 bis 90 *cm* Durchmesser und 15 *cm* Dicke; dann die breiten Flächen der Quere nach auf einem nassen Steine von 1,5 bis 2,5 *m* Durchmesser und 17 bis 20 *cm* Dicke; endlich die nämlichen breiten Flächen der Länge nach auf dem schon erwähnten trockenen Steine. Um beim Trockenschleifen eine zu starke Erhitzung zu vermeiden, schleift man nicht zwei Seiten unmittelbar nacheinander, sondern lässt die Klingen ruhen und sich abkühlen, bevor man zur Bearbeitung der zweiten Fläche schreitet. Die blankgeschliffenen Schläger werden zum zweitenmal, jetzt aber nur bis zur violetten Farbe, angelassen (wodurch ihre Elasticität vermehrt wird), nötigenfalls noch geradegerichtet, in Wasser abgekühlt, endlich auf hölzernen Scheiben mit Schmirgel und Öl poliert.

E. Sensen[2]), sowie die verwandten Sicheln und Strohmesser (Futterklingen) werden aus Rohstahl gefertigt, den man nach seiner

---

[1]) D. p. J. 1856, **139**, 7.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1847, Bd. 15, S. 1 m. Abb.

durch das Bruchansehen zu beurteilenden Güte in zwei Stahlarten abteilt, indem man die mehr eisenartigen Stücke zum Rücken, die besseren zur Schneide (zum Schnitt) der Sensen bestimmt.

Beide Stahlarten werden durch Zusammenschweissen mehrerer Stangen und nachfolgendes Ausstrecken gegärbt (S. 36), endlich aber in quadratische Stäbe (Flammen) von ungefähr 3 *cm* Dicke geschmiedet. Oft giebt man den Stäben der geringeren Art (Rückenflammen) 26 *mm*, jenen der besseren (Schneidflammen) nur 17 bis 20 *mm* Stärke. Man zerhaut die Flammen in Stücke von der zur einzelnen Sense erforderlichen Länge, schweisst je zwei Stücke (von jeder Gattung eins) platt aufeinander und arbeitet daraus unter dem Maschinenhammer eine Schiene (Knüttel, Zain, Sensenzain), deren Länge wenig über 60 *cm* beträgt, bei 26 bis 40 *mm* Breite und 6 bis 8 *mm* Dicke. Diese Arbeit heisst das Zainen; der dazu angewendete Hammer wiegt 30 bis 50 *kg* und macht bei etwa 25 *cm* Hub ungefähr 200 Schläge in 1 Minute. Die Knüttel, in welchen auf der breiten Fläche die beiden verbundenen Stahlarten nebeneinander liegen, werden unter dem Breithammer, welcher 100 bis 125 *kg* wiegt, 25 *cm* Hub hat und 100 bis 150mal in einer Minute schlägt, zur rohen Sensenform geschmiedet (das Breiten), wobei man an dem breiteren Ende die zur Verbindung mit dem Stiele dienende Angel oder Hamm ausbildet; die Vollendung der Gestalt wird aber mit einem Handhammer, Fausthammer, gegeben, (das Abrichten). Hierauf folgt das Glatthämmern — Grau- oder Grobhämmern — unter dem durch Maschine getriebenen kleinen und schnell gehenden Polierhammer oder Kleinhammer, der nur 15 bis 30 *kg* schwer ist und bei einer Hubhöhe von nicht mehr als 5 bis 8 *cm* gegen 400 Schläge in der Minute macht; die Sensen sind dabei nicht glühend, sondern nur so weit erwärmt, dass man die blosse Hand ein paar Augenblicke daran leiden kann. Nachdem ferner die Schneide mit der Schere im gehörigen Bogen beschnitten und das Fabrikzeichen aufgeschlagen ist, schreitet man zum Härten, zu welchem Zwecke die Sensen in einem langen Schmiedefeuer zwischen Holzkohlen gelbrotglühend gemacht und in geschmolzenes Talg getaucht werden. Letzteres befindet sich in einem kupfernen, 1,5 *m* langen, 60 *cm* breiten Troge, der in einem Gefässe mit Wasser steht. Der eigentliche Feuerraum des Schmiedefeuers ist mit einem länglichen Kasten von Ziegeln überbaut, dessen Länge 90 *cm*, dessen Breite und Höhe 30 *cm* beträgt, und der auf allen Seiten geschlossen ist, ausgenommen die schmale Vorderseite, in welcher ein die ganze Höhe einnehmender Spalt sich befindet. Man schiebt durch diesen 6 bis 8 Sensen zugleich ein, welche auf solche Weise von dem zusammengehaltenen Feuer gleichmässiger erhitzt und vor dem Zutritte der Luft geschützt werden. Sowohl beim Erhitzen als beim Ablöschen im Talg wird die Schneide nach oben gehalten. Die gehärteten Sensen reinigt man von anhängendem Talg durch Abkratzen mit einem Stück Baumrinde, worauf sie kurze Zeit in die Flamme des Feuers gehalten, rasch in einen Haufen Kohlenlösche gesteckt und plötzlich (mit hauender Bewegung) in kaltes Wasser eingesenkt werden. Durch diese letztere Behandlung (das Abklatschen) springt der grösste Teil des Glühspanes ab; was davon noch sitzen bleibt, wird mit einem schneidigen Werkzeuge (Schabstahl) abgekratzt. Nun werden die Sensen blau angelassen (das Färben oder Ablassen), indem man sie entweder über einem Kohlenfeuer erhitzt oder mit heissem Sande, der auf einer von unten geheizten Eisenplatte sich befindet, bestreut. Um sie ferner von den durch das Härten entstandenen Krümmungen zu befreien, wie auch die Dichtigkeit und Zähigkeit des Stahles zu vermehren, werden sie kalt oder gelinde erwärmt unter dem schon erwähnten Polierhammer oder einem andern kleinen, sehr schnell gehenden Hammer, dem Klöpperhammer, überschlagen (das Klöppern oder Blauhämmern). Den Schluss macht das Richten mit einem 1 bis 1,5 *kg* schweren Handhammer auf einem Holzblocke, um die etwa noch vorhandenen unregelmässigen Krümmungen zu beseitigen, und das Anschleifen der Schneide auf einem grossen Schleifsteine, welches so schnell geschehen ist, dass in einer Stunde über 50 Sensen von einem Arbeiter geschliffen werden.

Um die richtige Zerstückelung der zum Sensenschmieden dienenden Stahlstäbe zu erleichtern, bedient man sich zur vorläufigen Einteilung des Stabes in gleiche Teile von dem bestimmten Gewichte oft einer sogenannten Wasserwage.[1] — Beim Härten, beim Abklatschen und besonders beim Klöppern springen manche Sensen, wenn der Stahl nicht von ganz guter Beschaffenheit ist. Eine Sensenschmiede mit 17 Arbeitern erzeugt in einem Arbeitstage über 200 kleine oder 150 bis 160 mittlere Sensen. Aus 100 *kg* Sensenzeug (Stahl) kommen etwa 60 *kg* fertige Sensen, und von 100 Stück Sensen fallen durchschnittlich 5 oder 6 in den Ausschuss. Eine gute Sense muss hinlängliche Härte besitzen, um eine scharfe, dauerhafte Schneide anzunehmen, und doch zugleich genug Zähigkeit, um durch Steine und andere harte Körper, welchen ihre Schneide beim Gebrauch begegnet, keine Scharten zu bekommen. Schönes glattes Ansehen und heller Klang beim Anschlagen werden als Kennzeichen der Güte betrachtet; ausserdem schätzt man ein geringes Gewicht bei gehöriger Steifheit. Beim Ansetzen der Spitze gegen einen festen Punkt muss durch Drücken auf die Hamm die Sense sich um 7 bis 10 *cm* krumm biegen lassen, nachher aber völlig wieder in ihre anfängliche Gestalt zurückspringen. Durch einen kraftvollen Schlag auf einen eisernen Nagel darf die Schneide keinen Eindruck und keine Scharte bekommen, während im Gegenteil der Nagel einen beträchtlichen Einschnitt zeigen muss.

Man unterscheidet Schleifsensen und Klopfsensen. Die ersteren ertragen keine andere Art der Schärfung, als durch Schleif- und Wetzstein. Die Klopfsensen dagegen bestehen aus einem so vorzüglich zähen Stoff, dass ihre Schneide durch Hämmern auf einem kleinen Ambosse (das sogenannte Dängeln, Dengeln, Tangeln) sich dünn austreiben lässt, worauf die Schärfung mittels des Handwetzsteines oder des mit grobem Schmirgel überzogenen Streichholzes leicht und schnell von statten geht; hierbei entsteht überdies der Vorteil einer längeren Dauer, weil durch das Dängeln die Breite der Klinge immer wieder ein wenig vermehrt wird, wogegen die Schleifsense durch das oft wiederholte Schärfen bald zu viel an ihrer Breite verliert. Die Klopfsensen geniessen daher den entschiedensten Vorzug, und wo man Schleifsensen macht, geschieht es nur wegen Mangels der zu ersteren erforderlichen Stahlgattung. Zum Dängeln benutzt man wohl eine kleine mechanische Einrichtung (Dängelgeschirr, Dängelstock)[2].

Die Grösse und die Gestalt der Sensen unterliegt in verschiedenen Gegenden mancherlei Abweichungen. Man giebt im Handel ihre Länge nach Zollen an, oder nach Spannen oder nach Handbreiten: die Hand (Faust) zu 4 Zoll oder 10 *cm*, die Spanne zu zwei Handbreiten oder etwa 20 *cm* gerechnet. Die grössten Sensen sind 16händig (16 Faust oder 8 Spannen lang), die kleinsten messen 6 Faust oder $2^1/_2$ bis 3 Spannen; 7- bis 9händige (welche 0,5 bis 0,6 *kg* zu wiegen pflegen) sind die üblichsten.

Die Verfertigung der Sicheln und der Strohmesser oder Futtermesserklingen geschieht auf ganz ähnliche Weise wie die der Sensen. 100 Stück Sicheln wiegen 11,5 bis 28 *kg*, Strohmesser 0,8 bis 3,3 *kg* das Stück.

7. Feilen und Raspeln (I, 395)[3].

Beiderlei Werkzeuge werden auf die nämliche Art verfertigt, da sie sich nur durch den Hieb voneinander unterscheiden, welcher bei den Raspeln aus vielen vereinzelt stehenden kleinen Eindrücken besteht. Jeder solche Eindruck hat neben sich einen scharfen, zahnförmig in die Höhe stehenden Grat, wodurch die Oberfläche des Werkzeuges wie mit kurzen

---

[1]) Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1838, S. 62.
[2]) Polyt. Centralbl., Neue Folge, Bd. VI, S. 105.
[3]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 5, S. 582; Bd. 11, S. 545 m. Abb.

Spitzen ziemlich dicht bedeckt erscheint. Über die Beschaffenheit der Feilen ist (S. 294 u. s. w.) ausführlich gesprochen worden.

Feilen wie Raspeln werden in der Regel aus gegerbtem Roh- oder Cementstahle (nur feine und kleine Feilen aus Gussstahl) geschmiedet, dann durch Befeilen oder Schleifen ausgearbeitet, mit dem Hiebe versehen, endlich gehärtet.

Das Schmieden. — Hierzu dient ein Amboss von 50 bis 100 *kg* Gewicht, welcher eine flache verstählte Bahn von 22 bis 30 *cm* Länge und 12 bis 15 *cm* Breite, aber keine Hörner hat. Die Hämmer sind mit einer viereckigen, wenig gewölbten Bahn versehen, haben aber keine Finne. In der Regel arbeitet an einem Feuer ein Schmied mit zwei Gehilfen, von welchen der eine den Blasbalg zieht, das Feuer unterhält und den Stahl hitzt, der andere aber als Zuschläger beim Schmieden hilft; nur bei sehr kleinen Feilen ist dieser letztere überflüssig. Dreieckige, halbrunde, runde und Vogelzungen-Feilen müssen in Gesenken geschmiedet werden, welche für die ersten zwei Arten bloss aus einem Unterteile, für die andern beiden aus Unter- und Oberteil bestehen. Diese Gesenke, welche ungefähr 8 *cm* lang, 4 bis 5 *cm* breit und 3 *cm* hoch sind, werden auf dem Gesenk-Ambosse angebracht, welcher aus Eisen besteht (nicht verstählt ist) und auf seiner wagerechten, 20 *cm* langen, 10 *cm* breiten Oberfläche der ganzen Länge nach einen 2 *cm* tiefen Falz besitzt. Dieser letztere ist so breit als die Gesenke sind und läuft von einem Ende zum andern ein wenig keilförmig zu, damit ein vom weiten Ende hineingeschobenes Gesenk gehörig feststehe.

Flache und viereckige Feilen (die grössten Armfeilen ausgenommen, welche man unter dem Maschinenhammer bearbeitet) werden in zwei Hitzen fertiggeschmiedet: in der ersten wird der Körper und die Spitze der Feile gebildet und das Stück, dessen Abmessungen man an einer Lehre prüft, von der Stahlstange auf dem Abschrote abgehauen; in der zweiten Hitze muss die Angel geschmiedet, die Feile gerichtet (d. h. von etwa vorhandenen Unvollkommenheiten der Gestalt befreit) und der Fabrikstempel aufgeschlagen werden. Bei diesen kleinen Arbeiten kann der Schmied gewöhnlich den Zuschläger entbehren. Meistenteils werden des Vormittags an einem Feuer ununterbrochen Feilen aus der ersten Hitze geschmiedet, und am Nachmittage erhalten diese alle der Reihe nach die zweite Hitze. Gattungen, bei deren Verfertigung ein Gesenk in Anwendung kommt, erfordern drei Hitzen, ungeachtet die Stahlstäbe dazu in angemessener Gestalt und Stärke vorgerichtet werden (z. B. für dreikantige Feilen dreikantig gewalzter Stahl u. s. w.). In der ersten Hitze wird der Stab frei auf dem Ambosse zugespitzt, in der zweiten der Feilenkörper im Gesenk fertiggeschmiedet, in der dritten das dicke Ende zur Angel ausgehämmert. Nach Verschiedenheit der Grösse und Gestalt der Feilen verfertigen die drei Arbeiter an einem Schmiedefeuer täglich 18, 20 bis 25 Dutzend Feilen. Die geschmiedeten Feilen werden, um sie für die nachfolgende Bearbeitung recht weich zu machen, in einem kleinen Ofen geglüht und sehr langsamer Abkühlung überlassen: sie verlieren auf diese Weise die Härte, welche sie durch die Hammerschläge beim Schmieden erlangt haben.

Die Ausarbeitung der Feilen nach dem Schmieden hat einen doppelten Zweck: dieselben blankzumachen und zugleich ihre Gestalt völlig und genau auszubilden. Man erreicht dies durch Feilen oder durch Schleifen. Bei dem ersten Verfahren nimmt man verschiedene Feilhölzer (S. 295) zu Hilfe, auf welche man die zu bearbeitende Feile legt, um sie bequem festzuhalten, insbesondere wenn sie dreikantig oder mit runden Flächen versehen ist. Ein Arbeiter feilt des Tages 2 bis 5 Dutzend fertig. Wiewohl das Feilen eine sorgfältigere Vollendung gestattet, so ist es doch für die allgemeine Anwendung zu kostspielig (wegen Zeitaufwand und Feilen-Abnutzung); in grossen Fabriken ist daher das Schleifen gewöhnlicher, wozu man sich 0,9 bis 1,2 *m* grosser, 15 bis 20 *cm* breiter, minutlich 100mal umlaufender Steine bedient.

Die nach der Länge gehenden Furchen mancher Feilen (z. B. der hohlen Gelenkfeilen, der Backenfeilen) werden mit einem **Ritzeisen** eingerissen: einer 10 bis 15 *cm* langen, 2 *cm* breiten, auf den Kanten gehörig eingekerbten Stahlklinge, welche an zwei Heften mit beiden Händen geführt wird.

Das **Hauen** ist diejenige Arbeit, durch welche der Hieb der Feilen und Raspeln, d. h. ihre regelmässige Rauhigkeit, hervorgebracht wird. Es geschieht mittels Meisseln, welche in Grösse und Gestalt Verschiedenheiten darbieten. Die Meissel zum Hauen der Feilen insbesondere haben eine zweiseitig zugeschärfte Schneide, welche geradlinig oder gekrümmt sein muss, je nachdem die Flächen der Feilen eben, rund oder hohl sind. Der Kantenwinkel der Schneide misst für den Unterhieb 50 bis 57, für den Oberhieb 35 bis 45 Grad. Übrigens beträgt die Länge der Meissel 6 bis 10 *cm*, ihre Breite an der Schneide (die sich nach der Breite der Feilen richtet) 3 bis 50 *mm*. Die Meissel zum Hauen der Raspeln haben keine Schneide, sondern eine kegelförmige oder eine durch drei zusammenstossende Flächen gebildete Spitze; man hat auch vorgeschlagen, ihnen eine sehr schmale zungenförmige Schneide (gleichsam eine abgerundete Spitze) zu geben, wodurch die Zähne des Hiebes etwas breit und deshalb wohl dauerhafter werden.

Beim Hauen liegen die Feilen (und Raspeln) auf einem Ambosse, **Hau-Amboss**, dessen flache verstählte Bahn gewöhnlich ein längliches Viereck von 18 *cm* Länge und 8 *cm* Breite ist; oft macht man dieselbe kleiner, z. B. 7 *cm* breit, 12 *cm* lang, und versieht sie an einer schmalen Seite in der Richtung der Länge mit einem Fortsatze, der ziemlich dem Horne eines Schmiedeambosses gleicht und dem **Feilenhauer** zum Aufstützen der linken Hand dient. Der Hau-Amboss steckt mit einer spitzigen Angel am untern Ende in einem vierseitigen oder walzenförmigen, 60 *cm* hohen, 25 bis 37 *cm* dicken Holzstocke, welcher durch eiserne Klammern am Fussboden befestigt ist. Wenn die untere, aufliegende Seite der Feile flach und noch ohne Hieb ist, so dient der Amboss als unmittelbare Unterlage, wobei man ihn mit feinem Sande bestreut, um das Gleiten zu verhindern; ist die Unterseite schon mit Hieb versehen, so schont man diesen durch Unterlegen einer Bleiplatte oder eines Stückes Pappe. Kehrt aber die Feile in der Lage, welche sie während des Hauens haben muss, eine Kante oder eine runde Fläche nach unten, so erfordert sie eine besondere Unterlage, welche auf den Amboss gestellt wird und aus Eisen oder Blei besteht, je nachdem die Unterseite noch glatt oder schon gehauen ist. Die eisernen Unterlagen heissen **Hau-Gesenke**, die bleiernen **Hau-Bleie**, und beide gleichen in der Gestalt den Schmiede-Gesenken (S. 217), indem sie eben solche rinnenartige Vertiefungen besitzen, in welchen die Feilen festliegen können.

Vor dem Anfange des Hauens wird die Feile mit Schweinefett oder Öl leicht bestrichen, dann auf den Amboss gelegt und durch einen doppelten — endlosen — Riemen, in welchen der (auf einer 55 *cm* hohen Bank reitend sitzende) Arbeiter wie in zwei Steigbügel mit den Füssen tritt, fest niedergehalten. Die Angel ist stets dem Arbeiter zugekehrt; das Hauen beginnt an der Spitze und endigt zunächst der Angel. Auf die Angel steckt man anfangs ein rundes (22 bis 30 *cm* langes) hölzernes Heft, über welches, während es auf dem Schosse ruht, bequem der erwähnte Riemen geschlagen werden kann; später, wenn die Feile weiter auf dem Ambosse vorgerückt ist, wird das Heft abgenommen und der Riemen nur über die Feile selbst gelegt. Der Feilenhauer hält in der linken Hand den Meissel, in der rechten den Hammer (**Hau-Hammer**), womit er auf jenen schlägt. Der Hammer hat eine quadratförmige, sehr wenig gewölbte Bahn und einen 18 bis 30 *cm* langen Stiel; das Gewicht desselben ist nach der Grösse der Feilen sehr verschieden: die kleinsten Hämmer wiegen 22 bis 30 *g* (zu den kleinen Uhrmacherfeilen), die grössten 4 bis 5 *kg*. Der Meissel muss eine bestimmte schräge Stellung gegen die Oberfläche der Feile haben (vergl. I, 396). Jeder Einschnitt wird mit einem einzigen Schlage gemacht; das schnelle Fortrücken und richtige Aufsetzen des Meissels ist ganz allein Sache der Übung und des in der Hand liegenden Gefühls. Wenn alle Seiten einer Feile mit dem Unterhiebe versehen sind, so wird letztere mit einer flachen Feile leicht überfahren (**abstreichen**), um den Grat davon zu nehmen; ohne diese

Vorsicht würden durch den Oberhieb die Einschnitte des Unterhiebes völlig wieder zugedrückt oder geschlossen werden.

Ein sehr fertiger Feilenhauer macht auf grossen und groben Feilen 70 bis 90, auf 30 oder 35 *cm* Schlichtfeilen 100 bis 120, auf 30 *cm* Bastardfeilen 130 bis 150, auf kleinen Feilen 150 bis 200, manchmal sogar 240, auf der schmalen Seite grosser Ansatzfeilen gegen 300 Schläge in einer Minute. Den Zeitverlust durch Unterbrechungen wegen Weiterrückens der Feile, Hernehmens neuer Feilen u. s. w. kann man auf ein Drittel der Arbeitszeit anschlagen. Frisch geschliffene Meissel müssen zum schnellen Umtausch bereit liegen.

Feilenhau-Maschinen sind mehrfach entworfen und versucht[1]), aber ihrer unvollkommenen oder kostspieligen Leistungen wegen wieder aufgegeben worden. Ob die neuesten besonders gerühmten Maschinen ein besseres Schicksal haben werden, muss man abwarten. Das Hauen auf der Maschine unterliegt mancherlei Schwierigkeiten. Vorzugsweise ist zu bemerken, dass fast alle Feilen sich zu einer Spitze verjüngen und mit bauchigen Flächen versehen sind. Vermöge der Zuspitzung sind die Flächen in verschiedenen Stellen der Feilenlänge ungleich breit, und es kann folglich ein mit bestimmter unveränderlicher Kraft schlagender Hammer nicht überall den Meissel zu gleicher Tiefe eintreiben, wie es doch zur Erlangung eines gleichmässig beschaffenen Hiebes unerlässlich ist; vielmehr muss der Schlag von gegebener Stärke einen tiefern Einschnitt auf den schmalen Stellen der Feile erzeugen, wo der ihm entgegengesetzte Widerstand geringer ist, und einen seichtern Einschnitt auf den breiten Stellen, wo mehr Metallpunkte widerstehen: daher die Notwendigkeit, die Stärke des Schlages nach Bedarf zu regeln. Zufolge der Wölbung der Feilenoberfläche aber muss sich die Richtungslinie des Meissels in Beziehung zur Senkrechten allmählich ändern, damit ihre Neigung gegen jene Oberfläche stets dieselbe bleibt; und entsprechend muss die Richtung des Hammerschlages eine andere werden.

Das Härten der Feilen muss auf solche Weise vorgenommen werden, dass der Hieb durch die Glühhitze keinen Schaden leidet (S. 19). Man taucht sie deshalb in einen Brei von Kochsalzauflösung und Roggenmehl, oder bestreicht sie mit einer Mischung von Bierhefe, zerstossenem gebrannten Horn, Ofenruss, Pferdemist, Kochsalz und Töpferthon, lässt sie in der Nähe des Feuers langsam trocknen, macht sie im Schmiedefeuer dunkelrotglühend, richtet sie nötigenfalls mittels eines hölzernen oder bleiernen Hammers gerade, erhitzt sie noch etwas stärker und härtet sie durch Eintauchen in Regenwasser (welchem manche etwas Kochsalz zusetzen), wobei die Spitze vorausgeht, die Feile (je nach ihrer Gestalt) senkrecht oder schief gehalten wird, und bei flachen Arten jederzeit die breiten Flächen in senkrechter Ebene sich befinden.

Der erwähnte luftabhaltende und durch seinen eigenen Kohlenstoffgehalt dem Verbrennen des Stahles vorbeugende Überzug (die sogenannte Härte) wird oft auch dadurch hergestellt, dass man die kirschrotglühenden Feilen in ein Gemenge von Hornspänen und zerstossenem Kochsalz steckt und darin umwendet, sie wieder ins Feuer bringt und dieses Verfahren noch zweimal wiederholt. Wenn nach dem dritten Male die Feile den zum Härten erforderlichen Hitzegrad bekommen hat, ist der Überzug dünnflüssig und bekleidet die ganze gehauene Oberfläche vollständig und gleichmässig. — Das Feuer zum Erhitzen der Feilen wird zweckmässig mit einem rechteckigen Kasten von Mauerwerk eingeschlossen und bedeckt, in welchen man die Feilen durch eine Seitenöffnung so einlegt, dass sie oberhalb der Kohlen (Holzkohlen) und nur in der Flamme sich befinden, weil hierbei eine gleichmässigere Hitze entsteht und der Grad des Glühens leicht beobachtet werden kann. — Manche Feilen ziehen sich beim Härten krumm; am meisten wird dies bei den halbrunden beobachtet, welche beim Schmieden im Gesenk auf ihrer flachen Seite allein durch die sie treffenden Hammerschläge stark verdichtet sind, daher nach dieser Seite hin leicht eine

[1]) D. p. J. 1853, **130**, 406; 1864, **174**, 337; 1881, **241**, 341; 1883, **247**, 115, 116; 1888, **270**, 350 m. Abb.

gewölbte (auf der runden Seite eine entsprechend hohle) Längenkrümmung annehmen. Man wirkt öfters diesem Übel mit Erfolg dadurch entgegen, dass man den Feilen vor dem Härten eine entgegengesetzte Krümmung giebt, welche sich durch das Härten (vergl. S. 18) geraderichtet. Zeigt sich die (noch etwas warm aus dem Härtewasser gehobene) Feile krummgezogen, so wird sie schnell durch Druck — nicht Schlag — geradegemacht, und zwar mittels eines bei der Angel angesteckten eisernen Hebels, welchen der Arbeiter vorsichtig niederdrückt, während die Feile mit der geeigneten Stelle zwischen zwei wagerechten runden Eisenstäben steckt.

Nach dem Härten muss der geringe Anflug von Zunder (Oxyd), welcher trotz des vorstehend beschriebenen schützenden Überzuges sich gebildet hat, entfernt werden. In dieser Absicht werden die Feilen — mehrere nebeneinander auf einem Tische liegend — mit feinem Sand und Wasser mittels einer steifen Handbürste abgebürstet, dann abgespült; oder in sehr verdünnte Schwefelsäure gebracht und an einer mit Bürsten besetzten, in Wasser umgedrehten Walze gereinigt. Jedenfalls werden sie schliesslich auf einer erhitzten Eisenplatte schnell getrocknet, noch warm in Baumöl getaucht und nach dem Abtröpfeln in Papier verpackt.

Das Papier, dessen man sich in England hierzu (sowie zum Einpacken anderer stählerner Gegenstände) bedient, ist aus alten geteerten Schiffstauen gemacht und zeichnet sich ebensowohl durch grosse Festigkeit als durch Fähigkeit, den Rost abzuhalten, aus. — Die Angel muss — um das Abbrechen beim Gebrauch zu verhindern — vor dem Einstecken der Feile in ihr Heft durch Anfassen mit einer glühenden Zange, durch Eintauchen in stark erhitztes Blei oder auf andere Weise weichgemacht werden. Meist thut man dies schon in den Feilenfabriken, wo zu diesem Zwecke mehrere Feilen nebeneinander durch den Spalt einer wagerechten eisernen Herdplatte so gesteckt werden, dass die Angeln in das unter der Platte brennende Feuer kommen, die Feilenkörper aber oberhalb der Platte etwa unter 60° gegen die Wagerechte geneigt stehen.

Feilen, die durch den Gebrauch ganz stumpf geworden sind, lässt man aufhauen, d. h. mit einem neuen Hiebe versehen und neuerdings härten. In diesem Falle muss zuerst die Feile durch Ausglühen weichgemacht und dann der alte Hieb weggeschafft werden. Diesen letztern Zweck erreicht man entweder durch Abschleifen auf einem grossen runden Schleifsteine, oder durch Abfeilen, Abziehen. Mittels gewöhnlicher Feilen kann das Abziehen höchstens dann vorgenommen werden, wenn der alte Hieb sehr fein ist, weil er sonst das Werkzeug zu sehr angreift. Man bedient sich deshalb oft des Verfahrens, die alten Feilen in hellrot- oder fast weissglühendem Zustande mit einer sehr grossen und groben Abziehfeile, Abfeilraspel zu glätten. Dieses Werkzeug gleicht an Gestalt einer Armfeile (S. 297), ist aber an beiden Enden mit einem hölzernen Hefte versehen, und hat entweder einen groben Raspel-Hieb oder schräg eingefeilte scharfkantige Kerben, welche man mit einem sehr vergrösserten einfachen Feilenhiebe vergleichen kann. Es giebt einspännige Abziehfeilen (die von einer Person geführt werden) und zweispännige (für zwei Personen). Erstere sind, ohne die Hefte, 50 bis 60 *cm* lang, in der Mitte 3 *cm* breit und dick, und wiegen ungefähr 4 *kg*; letztere haben eine Länge von 75 *cm*, eine Dicke von 5 *cm* und ein Gewicht von 10 bis 11 *kg*.

Grosse Feilen vertragen eine mehrmalige Wiederholung des Aufhauens, wenn sie neuerdings stumpf geworden sind; aber der Stahl leidet dabei öfters so, dass er durch die neue Härtung nicht den erforderlichen Härtegrad mehr annimmt, und überdies bekommen solche Feilen zuletzt eine schlechte Gestalt, da im Verhältnis zur Länge ihre Dicke zu sehr vermindert ist. Dieser Umstand hat zu Versuchen geführt, ohne erneutes Aufhauen den stumpf gewordenen Feilenhieb zu verjüngen. Von diesen Versuchen scheinen diejenigen den besten Erfolg zu haben, welche auf der Benutzung des Sandstrahles beruhen.[1])

---

[1]) D. p. J. 1879, **231**, 421; 1880, **236**, 258; 1883, **248**, 86; 1884, **252**, 58 m. Abb.

8. Kantillen und Flittern.

Mit dem Namen Kantille oder Bouillon bezeichnet man ein Erzeugnis, welches aus feinem, schraubenartig zu einem Röhrchen gewundenen Drahte besteht und zum Sticken, bei der Verfertigung gewisser Borden, ferner der Fransen, Quasten, Epauletten u. s. w. gebraucht wird. Man verfertigt die Kantillen teils aus echtem oder unechtem Gold- und Silberdrahte (matte Kantillen); teils aus Lahn, d. h. den eben genannten Drähten, nachdem diese zwischen den stählernen Walzen des Plättwerkes[1]) geplättet oder flachgedrückt sind (Glanz-Kantillen); teils aus cementiertem Drahte (S. 247), der mit farbiger Seide dicht umwickelt (übersponnen) ist; selbst aus feinem mit Lahn übersponnenen Eisendrahte.

Es wird dazu ein gewöhnliches Spulrad gebraucht, in dessen kleine Rolle man eine Stricknadel steckt, deren entgegengesetztes Ende in einer hölzernen Stütze läuft. Für dicke Kantillen gebraucht man hölzerne Nadeln von verschiedenem Durchmesser und ungefähr 15 *cm* Länge. Indem man den Anfang des feinen Drahtes, woraus die Kantille erzeugt werden soll, mit etwas Wachs auf die Nadel klebt und mit der rechten Hand die Kurbel des Rades dreht, leitet man mit der linken den Draht mit mässiger Spannung auf die in schneller Umdrehung begriffene Nadel, um welche er sich in dicht aneinander liegenden Schraubengängen aufwickelt. Ist die Nadel angefüllt, so schiebt man den grössten Teil der Kantille von derselben herab und setzt die Arbeit fort, wodurch man Kantillen von beliebiger Länge hervorbringen kann. Die gewöhnlichen Kantillen sind runde Röhrchen, weil sie auf runden Nadeln gesponnen werden: ist die Nadel halbrund, dreikantig oder vierkantig, so erhält die Kantille, welche sich beim Herabnehmen von der Nadel durch die Elasticität des Drahtes ein wenig aufdreht, ein schraubenartiges Ansehen (krause Kantille, Kraus-Bouillon).

Die krausen Kantillen werden auch oft ohne eigentliche Nadel, auf einem 12 *mm* langen, drei- oder vierkantigen, zugespitzten und polierten, stählernen Stifte gesponnen, den man mittels eines an ihm befindlichen Zapfens in die Rolle des Kantillenrades steckt, wo er übrigens die Dienste der sonst gebräuchlichen Nadel leistet. Der Draht wird auf dem dicksten Teile des Stiftes aufgewickelt; allein da dieser wegen seiner Kürze nur wenige Windungen fassen kann, so werden die früheren immerfort von den neu entstandenen verdrängt und herabgeschoben. Auf diese Art ist es möglich, die Arbeit beliebig ununterbrochen fortzusetzen und der Kantille jede Länge zu geben.

Die Flittern sind von zweierlei Art: Blatt- oder Folie-Flittern und Draht-Flittern. Erstere sind runde, rosenförmige, blattförmige, sternförmige und anders gestaltete Plättchen, welche aus echten oder unechten Gold- und Silber-Blättern (S. 200), sowie aus Zinnfolie (S. 198) mittels entsprechender Ausschlageisen verfertigt werden. Die Draht-Flittern dagegen bestehen aus flachgeschlagenen Drahtringelchen und haben die Gestalt kreisrunder Scheibchen mit einem Loche in der Mitte.

Das Ausschlagen der Blatt-Flittern geschieht auf einer dicken gegossenen Bleischeibe oder eigentlich — da reines Blei zu weich ist — einer solchen von Blei und Zinn. Man legt dünnes Papier unter die Folie, damit dieselbe nicht vom Blei beschmutzt wird. Die Ausschlageisen sind 10 *cm* lange stählerne Werkzeuge, welche an ihrem Ende eine scharfe Schneide von solcher Gestalt

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 4, S. 239 m. Abb.

besitzen, wie der Umriss der Flittern sie erfordert; sehr oft drückt das Werkzeug den Flittern zugleich irgend eine Zeichnung auf, z. B. Streifen, Punkte u. dgl. Nach der Gestalt der Flittern erhalten die Eisen verschiedene Namen, wie Scheibcheneisen, Knopfeisen, Röscheneisen, Blümcheneisen, Birneisen, Wanzeneisen u. s. w.

Der Rohstoff zu den Draht-Flittern (als den am meisten vorkommenden) ist echter oder unechter Gold- und Silberdraht (S. 245), dessen Dicke desto bedeutender sein muss, je grösser die Flittern ausfallen sollen. Man windet ihn über runden, 18 *cm* langen stählernen oder hölzernen Nadeln zu Kantillen von 30 bis 75 *cm* Länge, welche man der Länge nach aufschneidet und dadurch in einzelne Ringelchen verwandelt. Meistenteils dient hierzu eine kleine Schere, an welcher ein Blatt kurz und spitzig, das andere länger und breit ist (wie an der Ringelschere, S. 261). Man hat aber auch eigene Werkzeuge zum Aufschneiden der Flittern-Kantillen, wobei das Wesentliche darin besteht, dass die Kantille, auf einem ihre Höhlung ausfüllenden Kupferdrahte steckend, durch ein rundes Loch gezogen wird, in oder vor welchem sich ein scharfschneidiges kleines Messer befindet.[1]) Man gewinnt zwar hierdurch an Schnelligkeit, kann aber die Kantillen nur in einer geraden, mit ihrer Achse gleichlaufenden Linie zerschneiden; während es doch der Erfahrung nach besser und für Hohlflittern sogar notwendig ist, den Schnitt schräg — in einer sehr steilen Schraubenlinie — zu machen. Die Enden der schräg geschnittenen Ringelchen legen sich nämlich besser übereinander und lassen nicht so leicht eine Fuge entstehen, durch welche die Flittern von dem Faden, mit dem sie aufgenäht werden, herabschlüpfen können. Zum Plattschlagen der Ringelchen dient ein Amboss und ein Hammer. Ersterer (der Flitternstock) hat eine verstählte quadratische, 85 *mm* lange und breite, sehr wenig erhabene, äusserst fein polierte Bahn. Der Flitternhammer wiegt ungefähr 1,5 *kg* und hat eine einzige Bahn, welche ebenfalls verstählt, kreisrund, 45 *mm* im Durchmesser gross, sanft gewölbt und fein poliert ist. Sein hölzerner Stiel misst 30 bis 45 *cm* in der Länge und dreht sich mit seinem Ende um eine wagerechte Achse, welche sich in einer auf dem Arbeitstische angebrachten Stütze befindet.

Der Flitternschläger schiebt aus dem Vorrate von Ringelchen, welchen er neben sich liegen hat, ein Stück nach dem andern mit einem kleinen hölzernen oder messingenen Spatel auf den Amboss unter den Hammer, den er mit der Hand am Stiele aufhebt und niederschlägt. Ein einziger Schlag vollendet in der Regel die Flitter, nur die allergrössten erfordern mehrere Schläge; dagegen können von den ganz kleinen auch wohl zwei, drei oder vier zugleich durch einen Schlag des Hammers verfertigt werden.

Man unterscheidet glatte Flittern, Hohlflittern und Krausflittern. Die glatten sind flache Scheibchen; die Hohlflittern gleichen ihnen bis auf den Umstand, dass sie schalenartig vertieft sind. Die wenig vertieften Hohlflittern entstehen unter dem Hammer wie die glatten Flittern; nur nimmt man dazu dünneren Draht, als zu den letzteren, und schneidet die Kantillen immer schräg auf. Die stark hohlen Arten empfangen ihre Vertiefung durch nachträgliches Schlagen mit einem stählernen Stempel auf einer Blei-Unterlage. Die krausen Flittern, welche eine eingedrückte Zeichnung von Punkten oder Strichen enthalten, macht man aus den glatten, indem man letztere auf Blei legt, einen gravierten stählernen Stempel (Krauseisen) darauf setzt und einen Hammerschlag auf den Stempel giebt.

Gute Flittern müssen eine regelmässig runde Gestalt, eine überall gleiche Dicke und einen hohen Spiegelglanz besitzen, dabei von dem ursprünglichen Spalte des Ringelchens keine oder nur eine höchst geringe Spur erkennen lassen. Die Flittern werden im Handel nach ihrer Grösse mit Nummern bezeichnet. Die allergrössten, von 8 bis 12 *mm* Durchmesser und mit einem sehr grossen Loche heissen Ringel (Gold-Ringel, Silber-Ringel). Von den kleinsten glatten Flittern gehen auf ein Gramm ungefähr 140, von den kleinsten Hohlflittern wohl 400.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 6, S. 256 m. Abb.

9. Plattierte oder verplattete Waren.

Unter diesem Namen versteht man zweierlei wesentlich voneinander verschiedene Erzeugnisse, welche nur darin übereinstimmen, dass bei denselben ein weniger schönes Metall mit einem schöneren und kostbareren bekleidet oder überzogen ist; nämlich: 1) Gefässe und andere Geräte aus gold- und silberplattiertem Kupferbleche (S. 193), und 2) Metall-Arbeiten, insbesondere eiserne, welche mit dünnem Bleche aus einem anderen Metalle überzogen (plattiert) sind.

1) Bei der Verarbeitung des verplatteten Kupferbleches muss man vorsichtig verfahren, um die dünne, aus teurerem Metall bestehende Decke zu schonen, sowie möglichst das durch wiederholte Bearbeitung erforderliche Ausglühen beschränken oder vermeiden. Das Ausglühen wird glücklicherweise durch die grosse Weichheit und Dehnbarkeit des Stoffes ohnehin fast überflüssig. Da die Verfertigung plattierter Waren kaum anders als fabrikmässig betrieben wird, so sucht man dabei das mühsame und langwierige Treiben mit dem Hammer nach Möglichkeit zu vermeiden, stellt dagegen die allermeisten hohlen Gegenstände durch Drücken und Aufziehen auf der Drehbank oder durch Stanzen (mittels des Fallwerkes und des Prägstockes) dar. Streifen von plattiertem Bleche, auf welchen Verzierungen angebracht werden, bearbeitet man, je nach ihrer Beschaffenheit, im Seckenzuge (S. 248) oder mittels Walzen; Röhren (z. B. zu Leuchterschäften u. dgl.) werden über einem eisernen Dorn mit dem Hammer gebogen, an der Fuge gelötet, dann auf der Ziehbank über stählernen Dornen gezogen. An den Rändern der Arbeitstücke muss man den auf dem Durchschnitte des Bleches sichtbaren Kupferstreif auf irgend eine Weise verbergen. Dies geschieht am einfachsten durch Umlegen des Randes nach der nicht in die Augen fallenden Seite, wodurch derselbe zugleich mehr Steifheit erhält. Bei sorgfältig ausgeführter Arbeit fasst man aber die Ränder mit einem schmalen Streifen von feinem Silber ein, der mit Zinnlot (besser mit Silberschlaglot) aufgelötet wird. Man erreicht hierdurch auch den Vorteil, dass nicht an den Rändern — als den am meisten der Abnutzung unterworfenen Teilen — das Kupfer zum Vorschein kommt, während die Flächen noch gut mit Silber bedeckt sind. Einfassungen und andere Bestandteile mit erhabenen Verzierungen werden aus demselben Grunde gleichfalls am besten aus dünnem Silberbleche gewalzt oder gestanzt, dann aufgelötet.

Die Lötungen an plattierter Arbeit sollen soviel wie möglich mit Silberschlaglot (vor dem Lötrohre) verrichtet und Zinnlot nur in jenen Fällen angewendet werden, wo das Hartlöten durch die Umstände verhindert wird.

In neuester Zeit ist die Erzeugung silberplattierter kupferner Waren sehr in Abnahme gekommen, da man für die meisten Fälle statt der schon am unverarbeiteten Metalle ausgeführten mechanischen Plattierung lieber nach Vollendung der Gegenstände aus Kupferblech eine chemische Plattierung, nämlich galvanische Versilberung, anwendet. Gegenstände dieser Art — auf welchen die Silberbekleidung beliebig dickgemacht werden kann — pflegt man ebenfalls plattierte zu nennen.

2) Die Plattierung auf Eisen wird mit papierdünnen Blechen von Silber, silberplattiertem Kupfer, Messing (Plattiermessing) oder Neusilber ausgeführt. Man stellt auf diese Weise zahlreiche Gegenstände her, welche grösserer Festigkeit und zugleich eines schönen Ansehens bedürfen, vorzüglich Bestandteile von Kutschen, Pferdegeschirr und Reitzeug, wie: Schnallen, Ringe, Thürgriffe, Steigbügel, Stangen u. s. w. Insofern diese Gegenstände mit Silber plattiert werden, ist der Überzug von edlem Metalle viel stärker und dauerhafter, als man ihn durch die Versilberung mit Blattsilber, die ehemals sogenannte deutsche Plattierung (S. 434) erhalten kann.

Das Verfahren beim Plattieren des Eisens besteht wesentlich in folgendem: Die geschmiedeten (oft auch glühend in Gesenken ausgeprägten) Gegenstände

an welchen alle scharfen Ecken und Kanten zu vermeiden sind, werden blankgefeilt, mit schwacher Salmiakauflösung einige Stunden lang gebeizt, abgetrocknet und durch Einlegen in geschmolzenes heisses Zinn verzinnt. Man hat so den Kern zubereitet, welcher nun mit dem dünnen, zur Plattierung bestimmten Bleche (der Hülse) umschlossen werden muss. Man schneidet dieses Blech (Messing und Neusilber durch Ausglühen erweicht) in gehöriger Grösse und Gestalt zu, legt es auf den eisernen, im Schraubstocke befindlichen Kern und klopft es mit einem hölzernen, mit mehrfachen Tuchleisten umwickelten Hammer so lange, bis es sich allen Umrissen des Eisens angeschmiegt hat. Auch kann man über das Blech ein Stück Blei legen und auf dieses mit dem eisernen Hammer schlagen, um den gleichen Zweck zu erreichen. Am vorteilhaftesten ist es jedoch bei einem fabrikmässigen Betriebe, das Blech in den nämlichen Gesenken zu behandeln, worin die geschmiedeten eisernen Kerne durch Prägen vollendet wurden. Man erreicht auf diese Weise am schnellsten, vollkommensten und mit geringer Nachhilfe das genaue Zusammenpassen des Kernes und der Hülse. Soll letztere den ersteren auf allen Seiten umhüllen und bedecken, so muss sie natürlich aus zwei, zuweilen aus mehreren Teilen bestehen, die man einzeln verfertigt, auflegt und an den Rändern so genau aneinander passt, dass sie keine bemerkbare Fuge lassen. Die gehörig vorgerichtete Hülse wird innerlich mit ein wenig Terpentin bestrichen, auf dem Kerne mit ausgeglühtem Eisendrahte festgebunden und das Ganze in Kohlenfeuer erhitzt, wodurch das Zinn schmilzt und das Eisen mit dem darauf befindlichen Bleche zusammenlötet. Nach dem Erkalten nimmt man den Bindedraht ab, reinigt die Arbeit und poliert sie mit dem Polierstahle, mit dem Blutstein oder mit Tripel und Polierrot, welche man auf Leinenlappen, Leder oder Filz anfangs mit Öl, zuletzt trocken gebraucht.

Durch ein mit dem beschriebenen im wesentlichen übereinstimmendes Verfahren werden eiserne mit Silber plattierte Essbestecke (Löffel und Gabeln) erzeugt, welche den silbernen täuschend ähnlich sind. Diese Stücke werden aus dem besten Stabeisen geschmiedet, vorteilhafter aber mittels des Durchschnittes aus Eisenblech geschnitten, in Gesenken ausgebildet und mit beliebigen Verzierungen versehen, endlich blankgefeilt und verzinnt. Das zum Plattieren bestimmte Silber wird zu dünnem Bleche gewalzt, dieses gehörig zugeschnitten, durch Hämmer und Polierstähle dem Eisen angepasst und auf demselben durch Erhitzen befestigt. Die vollkommene Vereinigung des eisernen Kernes und der silbernen Hülse wird noch mehr gesichert, wenn man zwischen beide eine zweite Hülse von sehr dünnem gewalzten Zinn legt, welche beim Schmelzen sich mit dem Eisen und mit dem Silber verbindet, besonders wenn gleichzeitig ein Druck angewendet wird. Zu diesem Zwecke werden das Silberblech und das daraufgelegte Zinnblatt miteinander in gusseisernen Stanzen gehörig vertieft; dann legt man in die eine Stanze sechs Blätter dünnes, mit schwachem Gummiwasser befeuchtetes Papier, darauf die eine Hälfte der silbernen Hülse, ein Zinnblatt, das eiserne leicht verzinnte Stück (Löffel oder Gabel), wieder ein Zinnblatt, die zweite Hälfte der silbernen Hülse, abermals sechs Blätter Papier und zuletzt die zweite Stanze, bringt das Ganze in das Feuer und nach dem Schmelzen des Zinnes in eine starke Presse mit zwei Schrauben.

10. Bronze-Waren.[1])

Man versteht unter echter oder vergoldeter Bronze Gegenstände aus einer gelben Metallmischung (S. 77, 82), welche im Feuer oder auf nassem Wege, oder galvanisch vergoldet sind, um als Nachahmung goldener Waren zu dienen. Die Arbeiten dieser Art sind bekanntlich äusserst

---

[1]) Vollständiges Handbuch des Gürtlers und Bronze-Arbeiters. Von A. Wallack. Weimar 1840. (108. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke.)

mannigfaltig: Figuren, Leuchter, Kronleuchter, Lampen, Schreibzeuge, Uhrkästen, Rahmen, Glocken, Beschläge, Verzierungen und Säulen-Gesimse auf hölzernen Einrichtungsstücken; ferner kleiner und grosser Schmuck, als: Schnallen, Uhr- und Halsketten, Ringe, Ohrgehänge, Armbänder, Agraffen und Nadeln, Diademe u. s. w.

Unechte (gefirnisste) Bronzewaren sind Gegenstände aus Messing oder Tombak (teils gegossen, teils von Blech verfertigt), welche ganz auf dieselbe Weise bearbeitet werden, wie die echte Bronze, sich jedoch von dieser dadurch unterscheiden, dass die Vergoldung fehlt und durch einen Anstrich von Goldfirnis (S. 442, 443), freilich nur unvollkommen, ersetzt wird. Die auf solche Weise erzeugten Gegenstände sind ebenso mannigfaltig, wie die Arbeiten von echter Bronze; einer besonderen Hervorhebung sind jedoch die gestampften oder gepressten Blechwaren wert, z. B. die Schlüsselloch-Schilder und anderen Verzierungen auf Möbeln, Schiebladen-Griffe, Spielmarken- und Lichtscher-Teller, Rosetten, Medaillons, Gardinenhalter, Beschläge von Uhrkästen u. s. w.

Diese Gegenstände werden aus dünnem geglühten Tobak- oder Messingbleche — am besten eignet sich dazu eine Mischung aus 80 Kupfer und 20 Zink — in gravierten stählernen oder verstählten Stanzen unter dem Fallwerke verfertigt (S. 282), worauf man mit Laubsägen die überflüssigen Teile des Bleches wegschneidet, Schlüssellöcher und andere Durchbrechungen teils ebenfalls mittels der Laubsäge, teils mit dem Durchschnitte (S. 264) hervorbringt, wo es etwa nötig ist, die Ausarbeitung mit der Feile vollendet, die Stücke gelbbrennt, ganz oder teilweise mit dem Polierstahle auf bleiernen Unterlagen poliert (S. 393), endlich firnist.

Alle vollen oder einigermassen grossen Bronze-Stücke werden durch Giessen dargestellt, die übrigen aus Blech und Draht verfertigt. Die Verfahrungsarten beim Giessen der Bronzewaren sind die nämlichen, welche zum Giessen des Messings in Sand angewendet werden (S. 137). Sofern es sich mit dem Zwecke vereinigen lässt, werden die Stücke meist hohl (über Kernen von Sand oder Lehm) gegossen, sowohl um an Metall zu sparen, als um die Unbequemlichkeit eines grossen Gewichtes zu vermeiden. Häufig muss ein Gegenstand in mehreren Teilen gegossen werden, die man entweder vor der weiteren Ausarbeitung mit Messingschlaglot zusammenlötet, oder nach gänzlicher Vollendung durch Schrauben und Niete miteinander verbindet, je nachdem die Gestalt und der Zweck auf das eine oder andere Verfahren hinweist. Die gegossenen Waren werden befeilt, abgedreht und oft auch gerändelt (S. 399), graviert oder mit Punzen ausgearbeitet, um ihnen jene Vollendung der Gestalt und Oberfläche zu geben, welche beabsichtigt wird; dann schwach geglüht, um sie von Fett und Schmutz zu befreien; hierauf gelbgebrannt (S. 370). Die echte Bronze wird endlich mit Goldamalgam oder auf andere Weise vergoldet, worüber (S. 419—423, 424—425, 425—426) ausführlich gehandelt ist. Oft werden einzelne Teile der Arbeiten grün bronziert (S. 380), nachdem die übrigen bereits vergoldet und gänzlich vollendet sind.

Zu den kleineren Gegenständen, welche nicht gegossen werden, insbesondere zu den unechten Schmuckwaren (Bronze-Schmuck)[1]) verwendet man Tombakblech und Tombakdraht. Aus dem durch Glühen weichgemachten Bleche werden die einzelnen Bestandteile durch Stanzen (unter dem Fallwerke) oder zwischen gravierten Walzen, Ausschneiden und Durchbrechen mittels des Durchschnittes oder der Laubsäge, seltener durch Gravieren und Ciselieren, verfertigt und ausgearbeitet. Oft muss man mehrere Teile mittels Schlaglot zusammensetzen. Dann werden sie gelbgebrannt und vergoldet, gleich den gegossenen

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 3, S. 158 m. Abb.

Waren. Die Vereinigung mehrere Stücke zu einem künstlicheren Ganzen geschieht mittels Nieten, Schrauben, Zusammenhängen durch Drahtringelchen u. s. w. Durch Emaillieren (S. 437) oder durch Einlassen mit Farben (S. 441), sowie durch Einsetzen echter oder unechter Edelsteine, verziert man oft diese Waren. Nachträglich notwendige Lötungen werden mit Zinn vor dem Lötrohre oder über der Weingeistflamme verrichtet und man bemalt sodann die Lötstellen, um sie zu verstecken, mittels des Pinsels mit echtem Muschelgolde. Doch ist dies nur ein Verfahren für den Notfall.

Vergoldete Bronze, welche durch Beschmutzung ihr Ansehen verloren hat, kann man — vorausgesetzt, dass die Vergoldung nicht Schaden gelitten hat, — durch Kochen in Lauge, nachfolgendes Waschen mit stark verdünnter Salpetersäure und schliessliches Spülen mit kochendem Wasser auffrischen.

Die sogenannten Goldperlen, welche bei Stickereien u. s. w. Anwendung finden, gehören zur echten Bronzearbeit, indem sie aus Tombak gemacht und im Feuer u. s. w. vergoldet werden. Man verfertigt dieselben aus Draht oder aus Blech. Im ersteren Falle wird der Draht gleich dem Knopfdraht zu Stecknadeln gesponnen und in Stückchen von je zwei Windungen zerschnitten (S. 476), die man nachher, während sie auf einem Eisen- oder Stahldrahte stecken, zwischen den Stempeln der Wippe (S. 477) zu dichten glatten Kügelchen schlägt und von dem Drahte wieder abzieht. Die aus Blech erzeugten Perlen werden dadurch erhalten, dass man von einer gehörig dicken Tombaktafel mittels eines Durchschnittes kleine Scheibchen oder Gefässchen mit einem Loche in der Mitte ausstösst und diese entweder unter der Nadler-Wippe oder durch Rollen zwischen zwei ausgefurchten stählernen Linealen kugelig zurundet. — Die ihrer Gestalt nach fertigen Perlen werden blankgebeizt, durch Schwenken oder Schütteln mit flüssigem Goldamalgam (S. 421) und darauf folgendes Abrauchen vergoldet, schliesslich mit etwas Essig in eine starke viereckige Glasflasche gegeben und so lange geschüttelt, bis sie durch die Reibung an dem Glase und aneinander den gehörigen Glanz erhalten haben. — Silberperlen werden ebenso dargestellt, bekommen aber statt der Vergoldung eine Versilberung.

Die geringste Gattung unechter Schmuckwaren wird aus Tombak verfertigt und nicht gefirnist, widersteht daher dem Anlaufen gar nicht und bedarf eines fleissigen Putzens (mit Tripel oder Kreide), um ein erträgliches Ansehen zu behalten. — Gegenstände aus der S. 80 erwähnten Legierung von Kupfer, Messing und Silber werden, um sie gelbzubrennen, 5 Sekunden lang in eine Mischung aus 69 Schwefelsäure, 22 Salpetersäure, 1 Kochsalz, 22 Wasser getaucht, in warmem Wasser gespült, abgeschwenkt, sogleich 20 Sekunden lang in eine zweite Beize (66 Schwefelsäure, 34 Salpetersäure, 3 Salzsäure, 2 Kochsalz, 66 Wasser) getaucht, in siedendem Wasser gespült, mit Sand gescheuert, getrocknet, mit Tripel und Baumöl geschliffen, in warmem Regenwasser ausgeseift, in Sägespänen getrocknet, schliesslich mit Polierrot und Weingeist glanzgeschliffen.

Die zu Aufschriften an Häusern, Kaufmannsläden u. s. w. sehr gebräuchlichen gestanzten Metallbuchstaben können als ein verwandtes Erzeugnis hier angeführt werden. Dieselben werden zuerst auf einer Holztafel in Thon modelliert; von diesem Thonmodelle nimmt man einen Gipsabguss, welcher nach dem Trocknen gefirnist und in Sand eingeformt wird, um einen Abguss in Eisen darzustellen. Letzterer enthält die Buchstabengestalt vertieft und verkehrt (links), und dient als Stanze, nachdem man ihn mit Riffelfeilen und Fräsen, schliesslich mit Schmirgel, rein ausgearbeitet hat. Durch Eingiessen von Blei bildet man darin den passenden Oberstempel. Zwischen Stanze und Stempel werden sodann im Fallwerke oder einer Presse die Buchstaben aus verzinntem Eisenblech, Zink- oder Messingblech auf bekannte Weise gestanzt. Man schneidet sie mit der Schere aus, richtet sie nötigenfalls mit einem hölzernen Hammer und lötet auf der vertieften Rückseite mittels Schnelllot und des Lötkolbens die Stifte an, welche künftig zur Befestigung auf Holz, Stein, Mauerwerk, Metallplatten u. s. w. dienen. Die Vorderseite der Buchstaben wird auf verschiedene Weise vollendet. Messingene werden gelbgebrannt und mit Goldfirnis überzogen, zuweilen galvanisch vergoldet. Die übrigen empfangen, wenn sie

Gold nachahmen sollen, eine Vergoldung mittels Blattgold auf mehrfachem, mit Bimssteinpulver geschliffenen Anstrich von Kopallack (S. 443); oder sie werden bronziert (S. 447) oder in beliebigen Farben lackiert (S. 444). — Die Verfertigung unterliegt in Einzelheiten kleinen Veränderungen. So z. B. kann das Modell der Buchstaben in Holz geschnitten (statt aus Thon bossiert) werden; man kann die gegossene eiserne Stanze ringsum am Rande der Vertiefung mit einer schneidigen Kante versehen, welche beim Stanzen zugleich den Buchstaben ausschneidet; der Oberstempel kann (statt aus Blei) aus einem Gemisch von Blei, Zinn, Zink und Kupfer gegossen werden, muss aber dann — weil er härter ist und sich nicht von selbst so leicht fügt, wie unversetztes Blei — vor dem Gebrauche um so viel abgeschliffen werden, wie die Blechdicke verlangt, damit er in die mit dem Bleche ausgefütterte Stanze passt.

Gegenstände von gefirnister Bronze, deren Firnis schadhaft und unansehnlich geworden ist, werden zur Wiederherstellung mit alkalischer Lauge ausgekocht, aufs neue gelbgebrannt oder auch nur in verdünnter Schwefelsäure abgebeizt und endlich gefirnist.

11. Gold- und Silberarbeiten.[1])

Gold und Silber, welche zur Verarbeitung bestimmt sind, werden in den bekannten schwarzen Schmelztiegeln (Graphittiegeln, Passauer oder Ipser Tiegeln), auch wohl in hessischen Tiegeln geschmolzen und durch die gehörigen Zusätze (bei Silber nur Kupfer, bei Gold meist Kupfer und Silber) nach der gesetzlichen Vorschrift oder eingeführten Gewohnheit legiert (S. 64, 71), worauf man sie in eisernen Eingüssen (S. 166) zu Stäben (Zaine) oder Platten giesst, und sich durch Probieren (S. 66, 73) von dem richtigen Gehalte der Legierung überzeugt. Da aus Gold nur sehr selten, häufiger noch aus Silber, Arbeitstücke durch Guss dargestellt werden (S. 166), so müssen für die allermeisten Fälle beide Metalle vorläufig in Blech oder Draht verwandelt werden, aus welchen man dann mittels fernerer Bearbeitung beliebige Gegenstände hervorbringt.

Das Blech wird gewalzt, der Draht auf die gewöhnliche Weise gezogen: über beide Verfahrungsarten ist früher (S. 200, 244) gesprochen worden. Von Silber werden manche Gegenstände einfacher Gestalt (z. B. Schüsseln und Teller, Löffel, Gabeln) durch kaltes Schmieden (Schlagen) aus den Zainen erzeugt; doch kann dies fast nur bei grossen und ziemlich dicken und schweren Arbeiten stattfinden: daher das Schmieden gleich dem Giessen in der neueren, allgemein nach Wohlfeilheit strebenden Zeit mehr und mehr durch die Arbeit aus gewalztem Silber verdrängt ist.

Gefässe und überhaupt grössere hohle Gegenstände werden durch Biegen und Treiben des Bleches mit verschiedenen Hämmern (zum Teil aus Holz und Horn) dargestellt; oft auch, sofern ihre Gestalt es erlaubt, durch Drücken und Aufziehen auf der Drehbank (S. 279). Vertiefte Arbeiten und Bestandteile von geringerem Umfange und höchst mannigfaltiger Art werden mittels Stanzen im Fallwerke oder Prägstocke gestaltet. Des Prägstockes bedient man sich gleich-

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 7, S. 132; Ergänzungsband 3, S. 401. Der Gold- und Silberarbeiter und Juwelier. Von H. Schultze. Ilmenau 1823. (8. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke.) — Vollständiges Handbuch für Juweliere, Gold-, Silber- und Schmuckarbeiter. Von A. Bürck. Ilmenau 1834. (63. Bd. des Neuen Schauplatzes.) — Die Juwelier-, Gold- und Silberarbeiter-Kunst, von F. Auberlen. 2 Teile. Ulm 1840. — Unterricht für Gold- und Silberarbeiter, von J. L. und A. Kleemann. Ulm 1841. — Vollständiger Unterricht für Gold- und Silberarbeiter, von H. Boer. Stuttgart und Wildbad 1846.

falls, um zwischen zwei vertieften Stempeln Gegenstände zu prägen, als: Löffel, Gabeln u. s. w., nachdem dieselben durch Schmieden ihre Gestalt aus dem Groben erhalten haben oder aus starkem Bleche im Durchschnitte geschnitten, nötigenfalls an einzelnen Teilen befeilt sind. In gleicher Absicht gebraucht man auch Walzwerke, mit ganzen Walzen oder Walzenausschnitten, auf welchen die Stempel oder Stanzen (Matrizen) angebracht sind, oder zwischen welchen sie durchgeführt werden; desgleichen eine einzige Walze mit einer flachen Mater zusammen arbeitend. Manche hohle Stücke werden mit Stempeln aus freier Hand durch Hammerschläge aufgetieft; so z. B. der breite Teil eines Löffels, welcher letztere aus einem Silberzaine flach geschmiedet, dann auf eine mit einer Höhlung versehene Bleimasse (den Bleistampf) gelegt und mit einem eisernen oder stählernen Stempel (Löffelstampf) vertieft wird. Röhren bildet man durch Zusammenbiegen des Bleches über einem Dorne, worauf man sie mit Schlaglot lötet und durch Ziehen vollendet; enge Röhrchen zu Gelenken u. dgl. werden auf die gleichfalls schon angeführte Weise verfertigt (m. s. über beides S. 251 fg.). Um aus einem solchen Röhrchen ein Gelenk zu verfertigen, schneidet man von demselben mittels der Laubsäge kurze Stücke, feilt diese in einer Zange oder in einem Gelenkfeileisen[1]) an den Enden gerade und glatt, reiht sie auf dem Arbeitstücke aneinander und lötet sie fest. Der Seckenzug (S. 248) findet häufige Anwendung. Über die Verfertigung der getriebenen Arbeit durch Gebrauch der Punzen sowie über diese Werkzeuge selbst ist das nötige (S. 278, 399) vorgekommen. Runde gegossene Gegenstände (auch wohl gehämmerte, sofern sie hierzu dick genug sind) werden auf der Drehbank abgedreht. Feine erhabene Verzierungen werden durch Rändeln (S. 399) oder in kleinen Walzwerken erzeugt, sowie zum Gravieren und zur feinsten Ausarbeitung mancher kleiner Gegenstände verschiedene Arten von Grabsticheln (S. 396) unentbehrlich sind. Aus Draht werden einzelne Bestandteile durch ganz einfache Verfahrungsarten hergestellt. Ein neueres Verfahren, manche kleine Goldwaren, welche man sonst voll verfertigen musste, mit bedeutender Ersparung hohl zu machen, besteht darin, dass man runde oder beliebig anders geformte Röhrchen aus Goldblech auf einem kupfernen oder messingenen Dorne zieht (in besonderen Fällen rändelt oder walzt), dann in die erforderlichen Stücke zersägt und diese angemessen biegt, endlich aber — vor dem Zusammensetzen und Löten — durch Einlegen in warme Salpetersäure den Kern auflöst. Für stark legiertes Gold und für Silber ist zu den Dornen oder Kernen Eisen, und als Auflösungsmittel verdünnte Schwefelsäure anzuwenden. — Als ein ganz und ausschliesslich von Draht gemachtes Erzeugnis ist die Filigran-Arbeit anzuführen, welche aus beliebig gebogenen Drahtstückchen (meist kordierten und dann geplätteten Drahtes) zusammengesetzt und mit Schlaglot auf Kohlenfeuer oder vor dem Lötrohre gelötet wird. — Eigentümlich ist die sogenannte Kügelchen-Arbeit, wobei Verzierungen aus nebeneinander aufgelöteten kleinen Goldkügelchen (S. 167) gebildet werden.

Ausser den bereits genannten werden bei der Verarbeitung des Goldes und Silbers vorzüglich noch folgende Werkzeuge und Vorrichtungen gebraucht, deren Bestimmung und Anwendung schon aus dem hervorgeht, was bei der früher vorgekommenen Beschreibung derselben gesagt ist: Zangen zum Biegen und Abkneipen (I, 566, 374); Meissel (S. 290); Scheren (S. 260); Sägen, besonders Laubsägen (S. 294); Ausschlageisen (S. 266), teils um kleine Löcher hervorzubringen, teils um verschiedentlich geformte Blättchen darzustellen, z. B. die Bestandteile von Blümchen u. dgl. aus dünnem Bleche von farbigem Golde (S. 73), welche auf einer mit Papier bedeckten Zinnplatte ausgeschlagen und auf der Arbeit durch Löten befestigt werden; der Durchschnitt (S. 264), um verschiedentlich durchbrochene Arbeit zu erzeugen oder Plättchen aus Blech zu schneiden; Bohrer, Feilen, darunter mehrere Arten, welche in anderen Werkstätten wenig oder gar nicht vorkommen, wie Nadelfeilen, Riffelfeilen, grosse Liegefeilen u. m. a.; die Kordiermaschine (S. 313). Manche Gegenstände werden guillochiert (S. 397).

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 7, S. 164 m. Abb.

Für einzelne bestimmte Gegenstände hat man oft besondere Werkzeuge zur Erleichterung und Beschleunigung der Arbeit oder zur Sicherung des Erfolges: ein Beispiel hiervon bieten die mechanischen Vorrichtungen zur Verfertigung des Gelenkes (der Brisur) an Ohrringen, nämlich zum Einsägen des Spaltes und Bohren des kleinen Loches (Brisuren- — fälschlich Pressuren- — Schneidmaschine)[1]).

Die einzige allgemein gebräuchliche Art, Teile von Gold- und Silberarbeiten zusammenzusetzen, ist das Löten, welches mit Schlaglot (S. 355, 363) und teils im Kohlenfeuer, teils vor dem Lötrohre geschieht. Lötungen mit Zinn oder Schnelllot kommen nur ausnahmsweise in solchen Fällen vor, wo die Umstände eine starke Erhitzung der Arbeit nicht gestatten; man bedient sich dann entweder des Lötrohres oder nur der Weingeistlampe.

In der Behandlung zur Vollendung und Verschönerung weichen die Goldarbeiten und Silberarbeiten voneinander ab. Gegenstände aus Gold werden entweder nur gesotten (S. 374) oder nachher noch gefärbt. Nach beiden Behandlungen erscheint die Ware matt; meist soll sie aber ganz oder teilweise mit Glanz versehen werden, zu welchem Zwecke das Schaben, Schleifen und Polieren dienen. Gegenstände, welche gefärbt worden sind und an allen Stellen die hohe Goldfarbe behalten sollen, werden ohne weiteres mittels verschiedener Polierstähle (S. 393) oder mittels des Blutsteines (S. 394) poliert, weil jede Verletzung der Oberfläche die darunter liegende, nicht rein goldgelbe Metallmasse blosslegen würde. Nur solche Stücke, deren Gestalt nicht die Anwendung des Polierstahles gestattet, werden mit einer messingenen Kratzbürste gekratzt (S. 395). Nicht gefärbte, sondern nur gesottene Goldarbeiten werden, wenn die Gestalt ihrer Oberfläche kein anderes Verfahren zulässt, ebenfalls mittels des Polierstahles oder der Kratzbürste geglänzt; die meisten aber werden zuerst geschabt (S. 384), dann mit kleinen Wassersteinen (S. 386) aus freier Hand geschliffen, endlich poliert oder eigentlich glanzgeschliffen (S. 390). Zu dieser letzten Arbeit dient geschlämmter Tripel mit Baumöl, hierauf geschlämmte Knochenasche mit Weingeist und schliesslich feines Polierrot mit Weingeist. Man kann indessen das Rot unmittelbar auf den Tripel folgen lassen, mit Entbehrung der Knochenasche. Die genannten Polierpulver werden auf Lederfeilen, auf eine kleine Bürste, auf Holzspänchen, auf Zwirn — je nach den Umständen — aufgetragen.

Hohl gearbeitete kleine Goldschmucksachen, welche des Preises halber aus sehr dünnem Bleche gemacht sind, pflegt man mit einem Kitte von schwarzem Pech und feinem Ziegelmehl oder Thonstaub auszufüllen, um ihnen Widerstandsfähigkeit gegen Eindrücken und Verbiegen zu erteilen. Der Kitt wird durch Wärme erweicht, zwischen den Fingern zu wurstförmigen Stückchen gerollt und durch eine kleine Öffnung der Ware eingestopft; durch eine Art Spritze[2]) kann dies Geschäft sehr erleichtert werden.

Viele wohlfeile Schmuckwaren werden aus goldplattiertem Kupferblech (S. 193), auf welchem die Goldschicht höchstens ein Zwölftel der Gesamtdicke beträgt, so kunstvoll hergestellt, dass nichts im Ansehen die Gegenwart des Kupfers argwöhnen lässt.

Die Silberarbeiten werden, nachdem sie mit der Feile vollendet sind, geschabt (S. 384), dann mit ganzem Bimsstein und Wasser (S. 386), hierauf mit blauem Wasserschleifsteine und endlich mit Kohle und Wasser (S. 387) geschliffen. Auf diese Behandlung folgt erst das Sieden (S. 373), weil, wenn es vorausgegangen wäre, die dadurch erzeugte feine Silberhaut beim Schleifen wieder zerstört und weggenommen würde. Die gesottenen Waren poliert man mit dem Polierstahle und zuletzt mit Blutstein, der — weil er breit ist — den höchsten Glanz ohne Streifen hervorbringt. Das Glanzschleifen ist auf Silber von 0,750 und weniger Feingehalt nicht anwendbar, weil man die vom Sieden herrührende Oberfläche auf das sorgfältigste schonen muss. Dagegen kann

[1]) Polyt. Centralbl. 1847, S. 1 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1863, **168**, 260 m. Abb.

hochhaltiges Silber (sowie natürlich mit noch mehr Grund das ganz feine) glanzgeschliffen werden, wodurch ein vollkommenerer Glanz als durch den Polierstahl entsteht; in diesem Falle poliert man nach dem Sieden zuerst mit dem Polierstahle, wendet hierauf Tripel mit Öl auf Leder, und endlich Polierrot mit Branntwein auf Leder oder Filz an. Grosse Gegenstände werden wohl auf Bürstenscheiben mit den zum Glanzschleifen dienenden Pulvern behandelt.

Viele Silberwaren werden ganz oder teilweise, z. B. Gefässe oft nur auf der Innenseite, vergoldet (S. 423, 427). Ausserdem werden zur Verzierung, besonders der Goldwaren, häufig das Emaillieren (S. 438) und das Einsetzen von Edelsteinen angewendet. Das Fassen der Steine ist die Arbeit des Juweliers. Die Fassung ist von doppelter Art: die Edelsteine werden nämlich entweder *à jour* gefasst, d. h. bloss in einen Reif, welcher den Unterteil des Steines unbedeckt und uneingeschlossen lässt, oder in einen Kasten, dessen Boden den Unterteil bedeckt. In diesem letzteren Falle, welcher der gewöhnlichste ist, kommt man der natürlichen Schönheit der Steine zu Hilfe durch das sogenannte Aufbringen, indem man durch eine geeignete Unterlage ihre Farbe zu erhöhen und vorhandene Mängel zu verbergen sucht. Die gewöhnlichste Art der Aufbringung ist die durch Folie (S. 194, 200): dünne Kupfer- oder Silberblättchen, welche teils mit ihrer natürlichen metallischen Farbe angewendet, teils vorher mit verschiedenen durchsichtigen, in Weingeistfirnis oder aufgelöster Hausenblase angemachten Farben bestrichen werden. Man legt ein Blättchen der Folie auf den Boden des Kastens unter den Stein: dabei wirken die weissen Folien vermöge ihrer polierten Oberfläche mittels Zurückstrahlung des Lichtes durch den durchsichtigen Stein, die gefärbten noch überdies durch ihre Farbe, indem diese so gewählt wird, dass sie nach Erfordernis die Farbe des Steines nur verstärkt, oder sie auf eine gewünschte Weise ändert. Bei Diamanten trägt man auf den Boden des Kastens ein wenig Elfenbeinschwarz, mit Gummiwasser angemacht. — Perlen, welche gefasst werden sollen, schneidet man mit einer feinen Laubsäge mitten durch, und benutzt beide Hälften abgesondert. Am häufigsten fasst man farbige Steine in Gold (fein Gold); bei wasserhellen (Diamanten, farblosen Bergkristallen und Topasen) besteht der Kasten oft aus (feinem) Silber, auch wenn die Arbeit übrigens von Gold ist. Der silberne Kasten wird aus einem kleinen, mit der Säge abgeschnittenen und gehörig zugefeilten Stücke dicken Bleches verfertigt, welches man auf der Goldarbeit durch Schlaglot befestigt. Die Höhlung wird gebohrt, mit Nadelfeilen ausgearbeitet und mit dem Justierzeiger (S. 292) vollends nach der Steingestalt ausgestochen. Ist sodann der Stein eingesetzt, so feilt man den Kasten äusserlich nach, beschneidet ihn mit verschiedenen Grabsticheln (Flachsticheln, Spitzsticheln, Messerzeigern), drückt den Rand desselben mit dem Versetzzeiger (einer Art stumpfen Grabstichels) ringsherum fest an den Stein, und dreht mittels der Korneisen, Korndreher, die kleinen kugligen Erhöhungen (Körner), zwischen welchen man endlich mit einem polierten runden Stahlstifte (Verreiber) die Ränder des Silbers dergestalt niederreibt, dass sie ohne bemerkbare Dicke in die Oberfläche des Steines verlaufen. Die Korneisen sind runde Stahlstifte, welche am Ende ein kleines, halbkugelförmiges, poliertes Grübchen enthalten. — Goldene Kästen werden nur, wenn sie sehr klein sind, auf die eben angezeigte Weise verfertigt; meistens bildet man von geplättetem Golddrahte eine Einfassung (Zarge), welche nach dem Umfang des Steines gebogen und auf einem Boden von Goldblech durch Löten befestigt wird. Nach dem Einlegen des Steines drückt man die Zarge gegen denselben an. Zur Verzierung wird der obere Rand der Zarge mittels eines ganz feinen Korneisens mit sehr vielen kleinen Körnern versehen; oder man macht die Zarge aus kordiertem Drahte, dessen Kante durch das Plätten fein gezahnt erscheint. — Die Goldarbeiten werden beim Fassen der Steine mittels eines Kittes aus schwarzem Pech, Terpentin und Ziegelmehl am Ende eines hölzernen Heftes (Kittstock) oder, wenn sie grösser sind, auf der Kittkugel (Treibkugel, S. 278) befestigt. Den Stein klebt man, um ihn bequem handhaben zu können, mit Wachs an das Ende eines hölzernen Stäbchens.

Bei der Verarbeitung des Goldes und Silbers entsteht eine Menge Abfall,

welcher kleine oder grössere Mengen dieser edlen Metalle enthält. Man bezeichnet den Abfall im allgemeinen mit dem Namen Krätze. Die Behandlung, durch welche man das edle Metall aus der Krätze wieder gewinnt, heisst das Krätzmachen. Man glüht die verschiedenen Arten der Krätze, um die verbrennlichen Teile zu zerstören, stösst gröbere Teile zu Pulver, entfernt durch Schlämmen erdige Körper u. dgl., und erhält endlich das Gold und Silber durch Schmelzen oder durch Amalgamieren des Rückstandes in Krätzmühlen (S. 68, 76). Trotz der Sorgfalt, mit welcher die Krätze zu gute gemacht wird, die Feilspäne gesammelt und geschmolzen, die Rückstände der alten Farbe ausgebeutet (S. 375) werden, geht doch ein nicht unbeträchtlicher Teil des verarbeiteten Metalles verloren. Bei Gold, aus welchem meist nur kleine Gegenstände gemacht werden, kann man durchschnittlich annehmen, dass von 16 Teilen 8 Teile fertige Ware erhalten werden, 7 Teile aus den Abfällen wieder zu gewinnen sind, und 1 Teil völlig verschwindet.

Missfarbig (durch Anlaufen an der Luft grau oder schwärzlich) gewordene Silbersachen befreit man von dem (grösstenteils aus Schwefelsilber bestehenden) Anfluge, indem man eine gesättigte Boraxauflösung oder eine mässig starke Ätzkalilauge zu heftigem Sieden erhitzt und ein Zinkblech-Sieb mit den darin liegenden silbernen Gegenständen einen Augenblick hineintaucht, oder die letzteren allein eintaucht und an verschiedenen Stellen mit einem Zinkstäbchen berührt. — Zum mechanischen Putzen angelaufenen Silbers empfiehlt sich die von England aus in den Handel gebrachte Silberseife, welche ein inniges Gemenge von 3 Teilen feingeschlämmter Kreide und 1 Teil weisser Seife ist; man nimmt etwas davon auf eine feuchtgemachte steife Bürste und reibt damit auf dem zu reinigenden Gegenstande hin und her.

12. Feine Stahlarbeiten (im besondern Stahl-Schmuck).

Diese Gegenstände werden meistens aus Gussstahl verfertigt, oft aber auch aus dem besten weichen Schmiedeisen; in diesem Falle müssen sie vor dem Härten durch Einsetzen (S. 35) wenigstens oberflächlich in Stahl verwandelt werden, weil Eisen keinen schönen Glanz annimmt. Das Eisen empfiehlt sich, abgesehen von der Wohlfeilheit, durch seine Weichheit, welche die Bearbeitung sehr erleichtert; aber die nur zu oft darin vorkommenden äscherigen und unganzen Stellen sind sehr lästig. Man kann daher, um die Weichheit des Eisens mit der Reinheit des Gussstahles zu vereinigen, letzteren durch Entkohlung (S. 33) vorbereiten, die daraus gefertigten Arbeiten aber gleich den eisernen behandeln. Die Entkohlung geschieht durch mehrstündiges Weissrotglühen in einer gusseisernen wohlverschlossenen, mit Lehm verstrichenen Büchse, worin der Stahl überall wenigstens einen halben Zoll dick mit Schmiedeisen-Feilspänen umgeben ist. Am Ende der Behandlung muss die Büchse sehr langsam erkalten.

Der Rohstoff wird unter einem Walzwerke in Blech von verschiedener Dicke verwandelt, aus welchem man die kleinen und dünnen Bestandteile der Arbeiten mittels des Durchschnittes erzeugt. Verzierungen werden mit gravierten und gehärteten stählernen Stempeln im Prägstocke oder aus freier Hand mit Grabsticheln und kleinen Meisseln (durch Ciselieren) hervorgebracht. Grössere und dicke Gegenstände schmiedet man aus Gussstahl mit den gewöhnlichen Handgriffen und Werkzeugen, teils aus freier Hand, teils in Gesenken. Wenige Gegenstände können aus Stahl in fettem Sande gegossen werden.

Die Ausbildung und Glättung der auf eine oder andere Weise dargestellten Stücke geschieht durch Feilen, zum Teil auch durch Schleifen auf runden, umlaufenden Sandsteinen. Für einige Fälle ist es bequemer, dem Steine eine

wagerechte Lage zu geben und auf dessen ebener Fläche zu schleifen. Die fast allgemein den Stahl-Schmuckwaren zur Zierde dienenden Stahl-Brillanten sind kleine, mit einem Schraubengewinde (zur Befestigung auf der Arbeit) versehene Stiftchen, deren Köpfe durch Schleifen auf einer wagerecht umlaufenden eisernen oder stählernen Scheibe, mit Schmirgel und Öl, die Flächchen erhalten. Man macht nur die Köpfe aus Stahl, die Stifte aber aus Eisendraht, und befestigt letztere durch Löten. Der Kopf ist gewöhnlich eine kurze Walze oder ein dickes Scheibchen, in dessen Mitte man ein kleines Loch bohrt. Nachdem das eiserne Stiftchen fest eingesteckt ist, giebt man eine grosse Anzahl solcher kleiner Stücke nebst etwas Messing-Schlaglot in einen Schmelztiegel, verschliesst denselben luftdicht, erhitzt ihn bis zum Schmelzen des Lotes, und schüttelt ihn dann, ungeöffnet, bis man sicher urteilt, dass das Lot nicht mehr flüssig ist. Dadurch überziehen sich zwar alle einzelnen Stücke mit einer dünnen Lage Messing, allein diese bringt keinen Nachteil, da die Oberfläche ohnehin überall abgeschliffen wird.

Die völlig ausgearbeiteten Gegenstände werden gehärtet (wodurch sie allein des höchsten Glanzes fähig werden) und dann poliert. Diese letzte Arbeit ist die wichtigste, weil ein vorzüglicher Glanz den Stahl-Schmuckwaren den höchsten Wert verleiht. Grössere Gegenstände mit glatten Flächen erhalten den Glanz auf Scheiben von Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei oder Lindenholz, auf welchen man nach der Reihe Schmirgel in verschiedenen Korngrössen, Zinnasche oder Polierrot, und Holzkohle anwendet; verzierte Stücke werden auf Bürstenscheiben durch Schmirgel und Polierrot mit Öl geschliffen, dann mit einem Brei von geschlämmter Kreide und Wasser bestrichen, endlich auf einer trockenen Bürstenscheibe abgebürstet. Für kleine Arbeiten, wie Knöpfe, Schnallen, Uhrketten u. dgl., bedient man sich mehrerer wagerecht liegender, um ihre Achse gedrehter Fässer oder Trommeln, worin man eine grosse Menge stählerner Gegenstände zugleich mit Sand, Schmirgel, Ziegelmehl, fein zerstossenem Glase oder gepulvertem Hammerschlag und Wasser scheuert. Diese Bearbeitung muss, bei nicht zu schneller Drehung, ungefähr 96 Stunden ohne Unterbrechung anhalten. Dann werden die Fässer geleert, die Waren sorgfältig abgespült und sogleich in ein anderes Fass gegeben, worin man sie trocken mit Zinnasche oder Kolkothar 24 Stunden lang in Bewegung lässt.

Stahlperlen zu Stickerei u. dgl. werden aus gutem Eisenblech nach zwei verschiedenen Verfahren verfertigt: a. Aus dünnem Bleche, indem man Streifchen desselben mit einem Hammer rinnenartig hohl klopft, auch die Kanten noch gegeneinander schlägt und mittels Durchziehens durch einige Löcher eines Drahtzieheisens enge Röhrchen daraus bildet (S. 251), diese mit dünnem Messingdraht umwunden und mit Boraxpulver bestreut in Kohlenfeuer bringt, um die Fuge zuzulöten, sie rein abfeilt, noch durch ein paar Ziehlöcher gehen lässt, mit der Laubsäge in gleichlange Stückchen (deren Länge möglichst mit dem Durchmesser übereinstimmt) zerschneidet und endlich auf einem Stifte steckend an den Endkanten befeilt. b. Aus dickerem Bleche auf die Weise, welche rücksichtlich der Goldperlen S. 510 angegeben ist, also ohne Lötung. In beiden Fällen werden die rohen Perlen auf Messingdrähte gereiht, durch einstündiges Glühen in einer eisenblechernen Büchse zwischen Pulver von verkohltem Leder verstählt und hierauf in Wasser gehärtet. Das Schleifen der Flächen oder Facetten geschieht auf einer um ihre Achse laufenden Scheibe aus antimonhaltigem Zinn mit Schmirgelpulver und Wasser (wonach die bessere Ware noch mit sehr zartem Schmirgel und Öl feingeschliffen wird); das Polieren mit ungelöschtem Kalk und Branntwein auf einer Bürstenscheibe, an welche die auf Drahtringe gereihten Perlen in verschiedenen Wendungen angehalten werden. Manchmal werden die Stahlperlen blau angelassen, zu welchem Zwecke man sie auf einer von unten zu erhitzenden Eisenplatte ausbreitet und mit gepulvertem ungelöschten Kalk bestreut, damit sie überall eine gleichmässige Hitze empfangen. Zum Verkauf reiht man sie auf Fäden und vereinigt mehrere solcher Fäden zu einem Büschel.

Als ein wegen seines allgemeinen Gebrauches bemerkenswertes Er-

zeugnis der feinen Stahlverarbeitung seien die Stahlschreibfedern erwähnt.[1])

Zur Herstellung derselben werden zuerst aus dem sehr dünnen Stahlbleche (S. 92) Plättchen von der Gestalt der Federn mittels eines Durchstosses (S. 264) ausgeschnitten; dann macht man unter einer ähnlichen kleinern Maschine in jedes Plättchen sowohl das schmale Loch, in welchem an der fertigen Feder der Spalt endigt, als die kleinen Seitenspalte, welche gewöhnlich zur Erhöhung der Biegsamkeit angebracht sind. Hierauf werden die Plättchen in dicht damit angefüllten bedeckten eisernen Töpfen unter einer Muffel schwach rotglühend gemacht (Ausglühen), damit sie die zur folgenden Bearbeitung erforderliche Weichheit erlangen. Unter einem kleinen Fallwerke prägt man ferner auf jedes Stück die Fabrik-Firma oder sonstige Aufschrift, oft auch eine Verzierung (einige Fabriken verrichten dieses Prägen oder Stempeln schon vor dem Ausglühen, als erste Arbeit mit den geschnittenen Plättchen). Eine dritte Schraubenpresse giebt sodann der Feder die rinnenförmig hohle Biegung durch Hineintreiben derselben in eine entsprechende Stanze mittels eines gewölbten Stempels. Das nun folgende Härten geschieht, indem man eine grosse Menge Federn in flachen bedeckten Eisenblechgefässen unter einer Muffel rotglühend macht und schnell in ein Gefäss voll Öl oder Thran ausschüttet. Um das hiervon anhängende Öl zu entfernen, schüttelt man die Federn mit Sägespänen oder dgl. in einer um ihre Achse gedrehten Eisenblechtrommel; durch eine abermalige solche Behandlung, aber mit zerstossenen Schmelztiegelscherben, werden sie blankgemacht (Scheuern). Dann schleift man jede Feder einzeln, durch fast nur augenblickliches Anhalten an eine schnell umlaufende Schmirgelscheibe, auf der Aussenseite ihres Schnabels ein wenig ab, und zwar zuerst auf einer Scheibe mit hohlem Rande nach der Länge, hierauf an einer sehr schmalen flachrandigen Scheibe querüber. Die blau oder gelb angelaufen in den Handel kommenden Federn empfangen diese Farben durch Erhitzen in einer über Kohlenfeuer umgedrehten eisenblechernen Trommel. Da dieses Anlassen zugleich die Härte (und folglich die Sprödigkeit) der Federn mildert, so wird es auch bei denen vorgenommen, welche natürliche Stahlfarbe haben sollen; diese müssen aber sodann nochmals gescheuert werden. Um das zweite Scheuern zu ersparen und auch beim ersten Scheuern den Bruch zu vermindern, verlegt man wohl das Anlassen in eine frühere Zeit, nämlich unmittelbar nach dem Härten, wobei man — da die Federn alsdann schwarz sind — freilich des Vorteils entbehrt, nach der Anlauffarbe den gegebenen Hitzegrad zu beurteilen. Die letzte Arbeit ist jedenfalls das Spalten, nämlich die Bildung des Hauptspaltes in der Mitte, wozu abermals eine Schraubenpresse in Anwendung kommt. Hier sowie beim Schneiden der schon erwähnten Seitenspalte liegt die Feder auf einem Unterstempel, welcher eine nach der Richtung des Spaltes laufende senkrecht abfallende Kante darbietet; der von der Schraube heruntergetriebene Oberstempel enthält eine ähnliche Kante, welche in genauer Berührung herstreift, sodass beide vereinigt die Wirkung einer Schere darbieten. Manche Stahlfederartn werden schliesslich mit weingeistiger Schellackauflösung gefirnist, wodurch sie Glanz bekommen und mehr vor dem Rosten geschützt sind.

13. Münzen.[2])

Die zu Geldmünzen angewendeten Metalle sind: Gold, Silber, Nickel, Kupfer und Legierungen des letztern. Gold und Silber werden

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. V, S. 488 m. Abb.; Ergänzungsband 3, S. 38 m. Abb.

D. p. J. 1844, **94**, 260; 1852, **123**, 418 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1825, **16**, 401, **17**, 74 m. Abb. Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. X, S. 224 m. Abb. K. Karmarsch, Beitrag zur Technik des Münzwesens, Hannover 1856. E. Schlösser, Die Münztechnik, Hannover 1884.

der Regel nach in gesetzlich vorgeschriebenem Verhältnisse mit Kupfer legiert. Die Münzkunst oder die Verfertigung der Münzen hat zur Aufgabe: das bestimmte Metall in Stücken von festgesetztem Gewichte und Gehalte darzustellen und deren Wert durch das Gepräge zu verbürgen. Man nennt Schrot einer Münze ihr ganzes Gewicht, hingegen Korn das Gewicht des darin befindlichen feinen Goldes oder Silbers. Für beides ist gewöhnlich eine kleine Abweichung unter oder über den gesetzlichen Vorschriften gestattet (Remedium, Toleranz), weil es in der Ausführung so gut wie unmöglich ist, jenen Vorschriften immer mit völliger Schärfe zu genügen.

Beispielsweise werden nach dem deutschen Reichsgesetz vom 4. Dec. 1871 139,5 Stück Zehnmarkstücke aus 1 Pfund Feingold geprägt. Das Münzgold soll 0,900 fein sein. Hiernach ist als Schrot festgestellt, dass 125,55 Zehnmarkstücke 1 Pfund (zu 500 *g*) wiegen sollen; das Korn wurde soeben in derselben Weise angegeben. Nach dem deutschen Münzgesetz vom 9. Juli 1873 sollen ferner aus 1 Pfund Feinsilber 50 Zweimark-, 100 Einmarkstücke, 200 Fünfzigpfennigstücke geprägt werden, und zwar mit dem Feingehalt 0,900, sodass von sämtlichen Silbermünzen 90 Mark 1 Pfund wiegen.

Die Legierung der Edelmetalle, welche, von wenigen Ausnahmen abgesehen, mit Kupfer stattfindet, hat in erster Linie den Zweck, ihre Widerstandsfähigkeit gegen das Abnutzen zu erhöhen.

Diese Abnutzung ist beträchtlicher, als man von vornherein anzunehmen geneigt ist. Man ist darauf gefasst, die deutschen Zwanzigmarkstücke nach etwa 25, die Zehnmarkstücke nach etwa 12jährigem Umlauf wieder einziehen zu müssen, weil sie nach dieser Zeit das Passiergewicht (s. w. u.) nicht mehr haben werden.[1])

Von Wichtigkeit sind die Abmessungen der Münzen, d. h. sowohl ihre Grösse an sich (wofür der Massstab im Gewichte liegt), als im besonderen das Verhältnis zwischen deren Durchmesser und Dicke.

Zu grosse Geldstücke werden im Gebrauche unbequem, zu kleine nicht minder. Ist das Verhältnis zwischen Dicke und Durchmesser der Münzen glücklich getroffen, so geht nicht nur eine gefällige und bequeme Gestalt der Stücke, sondern auch eine ansprechende und zweckmässige Beziehung der Flächengrösse zum Gewichte — d. h. also zum inneren Werte — und ein gehöriger Einklang unter den Abmessungen der zu einer Münzenreihe gehörigen Stücke hervor. Am schädlichsten ist eine verhältnismässig zu geringe Dicke, weil durch diese die Flächengrösse zu sehr vermehrt erscheint, also zur Abnutzung im Umlauf mehr Gelegenheit gegeben ist, auch die Münze blechartig ausfällt und dem Verbiegen wie dem betrügerischen Beschneiden unterworfen ist. Dazu kommt, dass eine etwas dicke Münze leichter rein, scharf und gehörig hoch ausgeprägt werden, auch eher mit einer guten Randverzierung oder Randschrift versehen werden kann, als eine dünnere.

Eine gute Erfahrungs-Regel zur Berechnung des Durchmessers einer Münze aus dem vorgeschriebenen Gewichte wird durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$D = P \cdot \sqrt[3]{G}$$

worin D den gesuchten Durchmesser in Millimetern, G das Gewicht des Münzstückes in Grammen, und P eine Erfahrungs-Zahl bedeutet. P ist zu setzen:

---

[1]) Soetber, Deutsche Münzverfassung.
D. p. J. 1863, **167**, 155; 1876, **221**, 187; 1884, **252**, 298.

für Gold, durchgehends	. . . .	= 11,3
„ Silber bei Stücken von mehr als 15 *g* Gewicht	.	= 12,4
„ „ „ „ über 4,5 *g* bis 15 *g*	. . . .	= 13
„ „ „ „ von 2,5 *g* bis 4,5 *g*	. . . .	= 13,7
„ „ „ „ unter 2,5 *g*	. . . .	= 14,4
„ Kupfer, durchgehends	. . . .	= 13

Man wird also aus dem Gewichte der Münze die Kubikwurzel ziehen und diese mit der dem Falle entsprechenden Zahl aus vorstehendem Verzeichnisse multiplizieren, um die Zahl von Millimetern zu erhalten, welche den angemessensten Durchmesser des Münzstückes ausdrückt. Die Berechnung ist an den schönsten Münzen der gegenwärtigen Zeit erprobt. Als durchschnittliches Verhältnis der Dicke zum Durchmesser kann man annehmen:

bei Kupfermünzen	1 zu 15 bis 16,
„ grossen Silbermünzen	1 „ 14 „ 15,
„ mittleren „	1 „ 17 „ 18,
„ kleinen „	1 „ 19 „ 21,
„ ganz kleinen „	1 „ 22 „ 26,
„ Goldmünzen „	1 „ 20 „ 22.

Dabei ist die Dicke so zu verstehen, wie sie sein würde, wenn Erhöhungen und Vertiefungen der geprägten Flächen ausgeglichen wären; hiermit stimmt die Dicke der Platten vor dem Prägen sehr nahe überein (nicht ganz genau, weil einerseits die ungeprägte Platte ein wenig kleiner ist, als die fertige Münze, und anderseits das Metall beim Prägen eine Verdichtung erleidet).

Das Gepräge der Münzen hat zwei nächste wesentliche Zwecke: es soll 1) nach dem Grundbegriff des Geldes die Bürgschaft eines bestimmten Gehaltes an edlem Metall ausdrücken und den Nennwert bezeichnen, unter welchem die Stücke dem Umlaufe übergeben werden; 2) die Oberfläche dergestalt schützen, dass ein betrügliches Wegnehmen von Metallteilen durch Schneiden, Schaben, Feilen u. s. w. nicht ohne sogleich sichtbare Verletzung stattfinden kann.

In der letzteren rein technischen Beziehung muss man verlangen, dass das Gepräge genugsam deckend sei. Fernere notwendige Eigenschaften sind: Dauerhaftigkeit, damit es beim Umlaufe so gut wie möglich der unvermeidlichen Abnutzung widersteht; Schönheit und kunstvolle Ausführung, um einerseits dem guten Geschmacke keinen Anstoss zu geben, anderseits die Falschmünzerei zu erschweren. — An der Oberfläche eines Münzstückes hat man zu unterscheiden: Vorderseite, (Hauptseite, Kopfseite, Bildseite) und Rückseite, (Kehrseite, Wappenseite, Schriftseite), dann die walzenförmige Umfläche oder den Rand. Hinsichtlich des letzteren unterscheidet man die im Ringe geprägten Münzen von den ohne Ring geprägten: erstere (jetzt bei weitem vorherrschend) empfangen dadurch, dass die Metallplatte während des Prägens in einem stählernen Ringe eingeschlossen ist, ganz genau die bestimmte Grösse, eine völlig kreisrunde Gestalt, eine gerade und saubere Randfläche und am Umkreise rein ausgebildete Kanten.

Da der Natur der Sache nach die Randfläche zunächst und hauptsächlich in Gefahr ist, in betrügerischer Absicht befeilt, abgeschabt zu werden u. s. w., so kann auf dieser ein Gepräge (die sogenannte Rändelung) nicht entbehrt werden, wenn es nur irgend thunlich ist, dergleichen anzubringen. Auf Vorderseite und Rückseite aber muss das Gepräge bis äusserst nahe an den Umkreis hinausreichen, was am notwendigsten in den Fällen ist, wo der Rand selbst entweder (wegen geringer Dicke der Münze) glatt gelassen oder nur mit einer einfachen, leicht vom Fälscher wiederherzustellenden Verzierung versehen wird. Die vollständigste Deckung der Flächen durch das Gepräge bis ganz nahe an die Randkante ist nur bei Ringprägung zu erreichen. Grösstmögliche Haltbarkeit des Gepräges gegen die unvermeidliche Abnutzung wird verfehlt, wenn zu feine und zarte Züge in demselben enthalten sind; aber noch andere Umstände

kommen dabei in Betracht. Unter gleichen abnutzenden Einwirkungen verliert eine geprägte Metallscheibe mehr an Gewicht, als eine glatte; insofern ist also das Gepräge ein (notwendiges) Übel. Es kann jedoch sehr viel dafür gethan werden, dass das Gepräge sich gut hält. Zunächst darf dasselbe nicht zu hoch-, sondern muss in einem angemessenen Grade flachgehalten sein. Ferner ist darauf zu achten, dass (bei den im Ringe geprägten Stücken, wo allein dieser Erfolg zu erlangen ist) kein Teil des Gepräges höher über die Ebenen der Vorder- und Rückseite hervorspringt, als der rings am Umkreise herlaufende, beim Prägen aufgeworfene, schmale Reif (das sogenannte Stäbchen); vielmehr soll ein über die Münze gestelltes Lineal nur diesen Reif und nirgend das Gepräge berühren, sodass auch das flach auf einem Tische u. s. w. liegende Stück ausschliesslich am Umkreise aufruht. Man geht in dieser Hinsicht selbst so weit, den Spiegel (die Fläche) der Münzen schwach hohl zu machen, indem man etwas gewölbte Prägstempel anwendet, um mehr Höhe für das Gepräge ohne Gefährdung desselben zu gewinnen. Zur Dauerhaftigkeit des Gepräges trägt es endlich bei, wenn dasselbe eine solche Beschaffenheit hat, dass der Schmutz leicht daran haftet und sich festsetzt, weil unter einer etwas dicken Schmutzrinde (die aber nur auf ziemlich stark legiertem Silber und auf Kupfer entsteht) das Metall auffallend vor Abreibung geschützt ist. Das Anhängen eines starken Schmutzes setzt voraus, dass keine grossen glatten Stellen in oder zwischen dem Gepräge enthalten seien; weitschichtige Schrift ist daher ungünstig, ein Wappen mit vielen Schraffierungen, kleinen Figuren u. s. w. hingegen vorteilhaft. — Schöne und kunstvolle Ausführung der Münzen erschwert das Falschmünzen, eine schwierig nachzuahmende Rändelung nebenbei auch das Beschaben oder Abfeilen des Randes. Man findet, dass Falschmünzer am häufigsten an Nachahmung des Randes scheitern (sofern dieser an den echten Münzen nur einigermassen künstlich ist), weil derselbe nicht mit abgegossen werden kann, während doch die grössere Hälfte der falschen Münzen durch Guss erzeugt ist, wobei ein echtes Stück als Modell gedient hat. Die Rändelung besteht entweder aus Schrift (Randschrift) oder einer figürlichen Verzierung, oft aus beiden gemischt. Sie kann jedenfalls entweder erhaben (hoher Rand) oder einwärtsgehend (vertiefter Rand) ausgeführt sein. Solange man die Münzen ohne Ring prägte, war hohe Randschrift oder Randverzierung fast allgemein üblich, weil die hierzu erforderlichen Arbeitsgeräte (Rändeleisen) leichter herzustellen sind. Seit Einführung des Ringprägens bilden vertiefte Ränder die Regel, und hohe kommen nur vereinzelt vor, weil nur eine vertiefte Rändelung, vor dem Prägen angefertigt, das Prägen im glatten Ringe gestattet, hohe aber beim Prägen selbst mittels eines vertieften, künstlich zusammengesetzten Ringes erzeugt werden muss. Um das Rändeln mit dem Prägen in einer Arbeit verrichten und doch einen einfachen Ring anwenden zu können, hat man häufig zu einer Rändelung mit schlichten geraden Kerben seine Zuflucht genommen, ein Verfahren, welches auf wertvolle Münzen, namentlich Goldstücke, angewendet, entschieden getadelt werden muss, da ein solcher Rand gar zu leicht nach dem Abfeilen wieder hergestellt werden kann. Eher lässt sich noch eine Randverzierung gleich jener der dänischen einfachen und doppelten Pistolen (von 1827—1844) billigen, die vor dem Prägen verfertigt aus erhabenen Perlen besteht, im glatten Prägringe aber sich niederdrückt und abplattet, ohne doch zu verschwinden. Im allgemeinen ist eine hohe Randschrift oder Verzierung für vorzüglicher zu halten, als eine vertiefte; denn erstere schützt besser gegen das Abnehmen einiger Metallteile vom Rande und ist (in Verbindung mit Ringprägung) viel schwieriger nachzumachen, letztere aber quetscht sich zuweilen beim Prägen im Ringe dergestalt zu, dass sie schon an der neuen Münze kaum mehr zu sehen ist.

Beispielsweise sind die Durchmesser, der Feingehalt, die Stückelung (d. h. die Zahl der Stücke, welche zusammen 1 *kg* wiegen), das Gewicht eines Stückes, die zulässigen Abweichungen (Toleranz), die zulässige Abnutzung und das Mindestgewicht der deutschen Reichsmünzen nach den Gesetzen vom 4. Dez. 1871 und 9. Juli 1873 in folgender Tafel zusammengestellt:

	Durchmesser *mm*	Feingehalt	Stückelung für 1 *kg* der Legierung	Stückelung für 1 *kg* fein	Gewicht eines Stückes *g*	Toleranz im Gehalt (Tausendteile)	Toleranz im Gewicht (Tausendteile)	Abnutzungs-Grenze Tausendteile	Mindest-Gewicht *g*
Goldmünzen:									
Doppelkronen	22,5	900	125,55	139,5	7,965	± 2	± 2,5	5	7,925
Kronen	19,5	900	251,10	279,0	3,982	± 2	± 2,5	5	3,963
Halbe Kronen oder Fünfmarkstücke	17	900	502,20	558,0	1,991	± 2	± 4	8	1,975
Silbermünzen:									
Fünfmarkstücke	38	900	36	40	27,778	± 3	± 10	—	—
Zweimarkstücke	28	900	90	100	11,111	± 3	± 10	—	—
Einmarkstücke	24	900	180	200	5,555	± 3	± 10	—	—
Fünfzigpfennig	20	900	360	400	2,777	± 3	± 10	—	—
Zwanzigpfennig	16	900	900	1000	1,111	± 3	—	—	—
Nickelmünzen:						Für die Plättchen			
Zehnpfennig	21	25 % Nickel, 75 % Kupfer	250	—	4	− ½ % Ni. + 1 % fr. Bestandt.	± 50	—	—
Fünfpfennig	18	25 % Nickel, 75 % Kupfer	400	—	2,5	− ½ % Ni. + 1 % fr. Bestandt.	± 50	—	—
Kupfermünzen:									
[illegible]	20	95 % Kupfer, 4 % Zinn, 1 % Zink	300	—	3,33	—	± 50	—	—
[illegible]	17½	95 % Kupfer, 4 % Zinn, 1 % Zink	500	—	2,00	—	± 50	—	—

Die Münzkunst, das Münzen, zerfällt wesentlich in folgende Haupt-Arbeiten: 1) Die Verwandlung des Metalles in blechartige Streifen (Zaine); 2) die Herstellung runder Scheiben daraus (Platten, Münzplatten); 3) die Verfertigung der Randverzierung, wenn eine solche angebracht werden soll und dieselbe nicht nachher beim Prägen mittels des Prägringes entsteht; 4) das Prägen, nämlich die Hervorbringung des Gepräges auf beiden Flächen (und zuweilen gleichzeitig der Randverzierung).

Gold, Silber und Kupfer werden gewöhnlich in Graphit-Tiegeln (Passauer Tiegeln) bis zu 325 *kg* Silber Inhalt in Windöfen (I, 191) geschmolzen; bei einem grossen Betriebe wendet man jedoch zum Schmelzen des Silbers mit Vorteil gusseiserne, 200 bis 250 *kg* und darüber fassende Tiegel an, welche im Ofen auf einem Untersatze von Gusseisen ruhen und dadurch vor zu starker Einwirkung der Hitze auf den Boden geschützt werden. Zweckmässig ist es, die gusseisernen Tiegel mit schmiedeisernen Reifen zu umgeben; auch ganz schmiedeiserne Tiegel werden gebraucht, sie sind zwar die besten, aber sehr teuer. Die Feuerung geschieht mit Holzkohlen oder Kokes. Man macht die Tiegel erst rotglühend, bevor man sie anfüllt (weil etwa vorhandene Sprünge oft erst beim Glühen sichtbar werden), und hält das geschmolzene Metall stets mit einer Lage Kohlenstaub bedeckt, damit nicht durch den Sauerstoff der Luft das Kupfer in der Legierung zum Teil oxydiert und der Feingehalt verändert wird.

Die in der Pariser Münze gebräuchlichen schmiedeisernen Tiegel sind cylindrisch, 50 *mm* dick, 560 *mm* weit, 500 *mm* tief, wiegen ungefähr 400 *kg* und fassen 1100 *kg* Münzsilber. Aus Stücken zusammengeschweisst (die ältere Verfertigungsart) werden sie oft an den Schweissstellen undicht und halten deswegen durchschnittlich nur 30 Schmelzungen aus; im Ganzen geschmiedet können sie durchschnittlich 70 mal gebraucht werden. Stark kupferhaltiges Silber (Scheidemünzsilber) kann nicht wohl in eisernen Tiegeln geschmolzen werden, weil das Eisen daraus Kupfer aufnimmt und dadurch das Legierungsverhältnis unrichtig wird. Graphittiegel pflegt man etwa eine Woche lang zu gebrauchen, dann aber zu beseitigen, auch wenn sie noch keine Beschädigung zeigen. In der Dresdener Münze wurde beobachtet, dass aus guten Graphitschmelztiegeln durchschnittlich 10 382 *kg* Schmelzgut gegossen werden können oder dass ein solcher Tiegel im Durchschnitt 22 Schmelzungen (Einsätze) aushält.

Nach völliger Schmelzung (die Schmelzzeit dauert 3 bis 12 Stunden und länger, nach der Menge des Metalles und der Beschaffenheit des Ofens) rührt man den Inhalt mit einem Eisenstabe gut um, schöpft eine Probe mit einem kleinen eisernen, lehmbestrichenen Löffel, giesst sie in Wasser und untersucht etwas davon durch Abtreiben oder auf nassem Wege, ob der Gehalt richtig ist. Ist dies nicht der Fall, so muss durch entsprechende Zusätze das bestimmte Verhältnis der Legierung hervorgebracht werden; ergiebt aber diese Schmelzprobe, Schöpfprobe (welche natürlich nur bei legiertem Golde und Silber, nicht bei Kupfer und feinem Silber nötig ist) die richtige Zusammensetzung, so wird das Metall in flache Stäbe, Zaine, gegossen, welche 40 bis 60 *cm* lang, 4 bis 8 *mm* dick, und so breit sind, als der Durchmesser der Münzart verlangt. Da nämlich durch das folgende Strecken unter dem Walzwerke die Zaine nur wenig an Breite zunehmen, so muss ihnen schon beim Gusse fast die ganze erforderliche Breite gegeben werden. Man giesst in Formsand, der in einen hölzernen oben offenen Kasten eingeschlagen wird, und worin man die erforderlichen Höhlungen durch senkrechtes Einstechen eines (unten zugeschärften) eisernen Zain-Modelles hervorbringt; besser in (geschmiedeten oder gegossenen) eisernen Eingüssen.

Der Zain-Einguss wird verschieden angeordnet. Entweder besteht er aus zwei Stäben oder dicken Schienen, deren jede die Vertiefung für die halbe Dicke eines Zaines (auch zweier, dreier Zaine) enthält, und welche am unteren

Ende durch ein Gelenk zusammenhängen. Oder er wird aus einem dickeren Stücke, worin Vertiefungen für die ganze Zaindicke ausgearbeitet sind, und einer daraufgelegten flachen Deckplatte gebildet, welche beiden Teile man zum Guss in einer tragbaren Presse zusammmenspannt. Sehr geringhaltiges Silber wird ausnahmsweise lieber in Sand gegossen, weil es in eisernen Formen etwas spröde ausfällt und demzufolge beim nachfolgenden Strecken an den Kanten einreisst. — Das Metall wird mit eisernen, lehmbestrichenen Kellen (Gold am besten mit einem kleinen in die Stange gefassten Graphittiegel) aus den Schmelztiegeln geschöpft. Man hebt auch die eisernen Tiegel mittels eines Krahnes aus dem Ofen (I, 568) und setzt sie in eine eigene Giessmaschine, wo sie durch Räderwerk allmählich geneigt werden, um den Inhalt in die eisernen Formen oder Eingüsse ausfliessen zu lassen. Auch giesst man die Zaine teils sehr dick (fast quadratisch im Querschnitt), teils breit, plattenförmig, und zerschneidet sie im letzteren Falle nach dem Strecken mittels einer Kreisschere (I, 365) in Streifen. In der Pariser Münze wird zum Giessen der Silberzaine (— Gold giesst man dort in Platten von 25 *cm* Länge und etwa 10 *cm* Breite; Bronze in solche von 30 *cm* Länge und 20 bis 25 *cm* Breite —) eine andere Art Giessmaschine angewendet. Zwölf eiserne zweiteilige Eingüsse, jeder auf zwei oder drei Zaine eingerichtet, stehen aufrecht rundherum auf einer wagerechten um ihren Mittelpunkt drehbaren Scheibe. In dem Masse, wie man mittels einer grossen eisernen Giesskelle die Eingüsse nacheinander füllt, wird die Scheibe gedreht, damit andere Eingüsse herangeführt werden; dabei öffnen sich die vollen Eingüsse — sobald sie bei Drehung der Scheibe an eine gewisse Stelle kommen — von selbst (damit die Zaine herausgenommen werden können), und schliessen sich dann durch Federn wieder, um nötigenfalls von neuem gefüllt zu werden.

Das Strecken der Zaine wird auf gewöhnlichen Walzwerken vorgenommen, deren Walzen 15 bis 25 *cm* Dicke bei 18 bis 40 *cm* Länge haben, 10 bis 30 Umgänge in 1 Minute machen und aus Gusseisen oder Stahl bestehen; im letztern Falle, der die Regel ist, müssen dieselben gehärtet sein. Mehrere Walzwerke werden gewöhnlich zugleich durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt. Wie oft die Zaine durch die Walzen gehen müssen, hängt natürlich von ihrer anfänglichen Dicke und von der Dicke der Münzarten ab. Nur die allerdicksten Silberzaine werden allenfalls zu Anfang in rotglühendem Zustande gestreckt; sonst geschieht das Walzen kalt, aber es muss (vielleicht mit Ausnahme der Goldzaine) immer nach ein- oder zweimaliger Streckung das Ausglühen in einem Ofen (unter thunlichster Abhaltung der oxydierenden Luft, daher unter einer gusseisernen Muffel oder, am besten, in einem verschlossenen kupfernen Gefäss) vorgenommen werden, damit das Metall seine unter den Walzen sehr verminderte Weichheit und Dehnbarkeit wieder erlange. Wenn die gestreckten Zaine ganz gerade (nicht geschlängelt) ausfallen und — was das wichtigste ist — überall eine genau gleiche Dicke besitzen sollen, so muss das Walzwerk mit der sorgfältigsten Genauigkeit verfertigt sein. Da nun selten alle in einer Münzwerkstätte vorhandenen Streckwerke in dieser Hinsicht einander gleichstehen, so erwählt man zur Vollendung der Zaine das beste von allen (Probewerk) und berichtigt dessen Walzen durch fleissiges Abschmirgeln. Nachdem auf diesem Werke die Zaine bis ungefähr zum richtigen Grade verdünnt sind, schneidet man einige Platten daraus, wägt diese und setzt, wenn sie noch zu schwer sind, das Strecken fort, bis die Platten möglichst genau das vorgeschriebene Gewicht erhalten.

Selbst bei dem sorgsamsten Verfahren im Strecken können durch eine Unrichtigkeit in der Gestalt der Walzen die Zaine ungleiche Dicke erlangen, in welchem Falle die daraus geschnittenen Platten ungleiches Gewicht haben. Um einen Fehler dieser Art soviel als möglich zu vermindern, schliesst man die Bearbeitung der Zaine oft damit, dass man sie auf dem Durchlass, Zainzug, einer langen Schleppzangen-Ziehbank (S. 236, 252), zwischen zwei unbeweglichen stählernen Backen oder zwei kleinen harten Stahlwalzen, welche sich nicht drehen können, durchzieht und damit berichtigt. Weil diese Backen sich nicht wie die Walzen des Streckwerkes drehen, bleibt die Öffnung zwischen ihnen

sicherer unverändert, abgesehen davon, dass solche Teile leichter genau zu verfertigen sind, als zwei grössere Walzen; aber da die Zaine nach dem Durchgange durch die Backen noch eine unbestimmbare Streckung vermöge ihrer Anspannung erleiden (vergl. S. 231), so bleibt es unmöglich, sie überall von völlig gleicher Dicke zu erhalten.

Die fertigen und noch einmal geglühten Zaine, welche man der Bequemlichkeit halber in 0,75 bis 1,75 *m* lange Stücke zerteilt, kommen nun zum Durchschneiden oder Ausstückeln; d. h. es werden aus denselben mittels des Durchschnittes (S. 264), kreisrunde Platten von der Grösse der Münzen verfertigt. Die hierbei übrigbleibenden Teile des Metalles, die Schroten (jedenfalls über ein Viertel, gewöhnlich ungefähr ein Drittel vom Gewicht der Zaine), werden eingeschmolzen. Um das Gewicht derselben soviel wie möglich zu vermindern, müssen die Zaine nicht überflüssig breit sein, und die einzelnen Platten fast ohne Zwischenraum hintereinander ausgeschnitten werden.

Der Durchschnitt in kleineren Münzwerkstätten ist gewöhnlich von der Art, dass die Bewegung des Drückers durch eine starke eiserne Schraube mit zweifachem Gewinde hervorgebracht wird. Ein Arbeiter kann damit in einer Stunde 1000 bis 1500 Platten schneiden (je nach deren Grösse). Für kleine und dünne Platten wendet man öfters Hebel-Durchschnitte an, welche den Vorteil der einfacheren und wohlfeileren Bauart und schnellerer Arbeit haben, indem damit ein Arbeiter in der Stunde 6000 bis 7000 Plättchen liefern kann.[1]) Aber auch den grösseren Durchschnitten giebt man Einrichtungen, wobei die Schraube wegfällt, hauptsächlich um sie durch stetige Drehbewegung betreiben zu können. So z. B. kann der den Schneidstempel führende Schieber oben mit einem kurzen starken Wagebalken zusammengehängt sein, der an seinem entgegengesetzten Ende durch die Lenkstange eines Krummzapfens auf- und niedergezogen wird. Bei dem Durchschnitte von Mannhardt (in München) werden zwei Stempel zugleich, durch eine über dem Schieber liegende Krummzapfenwelle, auf- und niederbewegt; durch Dampfkraft getrieben schneidet diese Maschine 90 bis 100 mal in 1 Minute und liefert so 180 bis 200 Platten von mittlerer oder grosser Abmessung. Uhlhorn's Durchschnitt ist ein Kniehebelwerk nach gleicher Anordnung, wie dessen Prägmaschine (S. 529).

Wenn durch Versehen die Zaine ein wenig zu dünn gestreckt wurden, so kann man dennoch Platten von dem richtigen Gewichte daraus schneiden, indem man einen etwas grösseren Stempel nebst Lochring anwendet. Von wellenförmiger Unebenheit der Zaine bekommen die Platten eine geringe Krümmung. Um ihnen diese zu benehmen, ist es gut, sie, zu 12 bis 20 Stück aufeinander, in eine stählerne, auf einer dicken Eisenplatte stehende Röhre zu legen, dann von oben einen passenden Stahlstempel mit ebener Grundfläche einzuschieben und auf diesen mit dem Hammer zu schlagen. Doch wird dieses Verfahren nur in einigen Münzstätten angewendet und ist jedenfalls überflüssig, wenn die Zaine auf dem Durchlass (S. 523) gezogen, folglich ganz gerade gestreckt wurden.

Nun folgt das Justieren, d. h. das Berichtigen des Gewichtes. Das gewöhnliche Mittel zum Berichtigen besteht im Befeilen der Platten. Zu diesem Zwecke sitzen in grossen Münzwerkstätten in einem hellen Saale viele Arbeiter an einer Tafel, jeder hat vor sich eine kleine Wage (Justierwage), nebst einem hölzernen Justierklotze, auf dessen wagerechter Oberfläche sich eine seichte runde Vertiefung befindet. Auf der einen Wagschale liegt ein Gewicht, so gross, als das der justierten Platten sein soll; der Arbeiter nimmt eine Platte nach der andern, wägt sie, wirft die zu leichten zum Einschmelzen zurück und befeilt die zu schweren, wobei er sie in die Vertiefung des Klotzes legt.

Die Justierfeile ist eine flache Feile mit ziemlich grobem, aber nicht zu scharfem Hiebe, welche letztere Eigenschaft man dadurch erreicht, dass beim Hauen der Meissel mehr steilstehend gegen die Oberfläche aufgesetzt wird, als

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 4, S. 493 m. Abb.

bei gewöhnlichen Feilen. Man bedient sich wohl auch einhiebiger (I, 396) Feilen, welche zwar keine so auffallenden Striche machen, aber mehr Kraft zur Führung erfordern. Zuweilen ist die Feile in geringer Höhe über dem Tische festliegend angebracht und man führt auf ihr die Münzplatte mit den Fingern hin und her: diese bequeme Einrichtung empfiehlt sich besonders für das Nachjustieren von Platten, welche bereits einmal von anderen Arbeitern justiert sind, weil bei diesem zweiten Befeilen nur sehr wenig Metall abgenommen wird.

Grosse Übung setzt die Justierer in den Stand, die Platten meist auf das erste oder zweite Mal gerade um soviel abzufeilen, als ihr Übergewicht beträgt, sodass ein mehrmaliges versuchsweises Wägen erspart wird. Die Platten dürfen nur auf einer Fläche befeilt werden, und zwar so, dass sie dadurch nicht ungleich dicke Stellen erhalten. Letzteres ist jedoch nicht immer zu vermeiden, auch werden zuweilen die Feilstriche nicht völlig durch das Prägen zerstört, sodass man ihre Spuren noch auf den vollendeten Münzen sieht. Deshalb, und um Handarbeit zu ersparen, hat man mehrfältig Justiermaschinen eingeführt. Diese schaben teils mittels eines hobeleisenähnlichen Messers einen äusserst dünnen Span von der ganzen Oberfläche der Münzplatte ab, indem entweder das Messer über die Platte[1]), oder die Platte über das Messer weggezogen wird; teils wirken sie durch Abdrehen, indem das Messer auf die Platte gedrückt wird, während sie sich in drehender Bewegung befindet; teils endlich verrichten sie das Justieren auf dem Rande der Platte, indem letztere von einer Art Zange oder Schere eingeschlossen wird, welche mit zwei Schneiden versehen ist: dadurch, dass die Schere eine halbe Kreiswendung macht, schabt jede Schneide die Hälfte des Umkreises ab. Das Justieren der Platten findet auch auf chemischem Wege, nach Umständen unter Benutzung des elektrischen Stromes, statt[2]), indem der hinwegzunehmende Teil der Münze aufgelöst wird.

Zum Abwägen der auf Maschinen zu berichtigenden Platten hat man der Justierwage eine selbstthätige Einrichtung gegeben, mit Hilfe welcher ohne Zuthun der Menschenhand eine Platte nach der andern auf die Wagschale gelegt und wieder weggeschoben wird, und zugleich die richtigen, die zu leichten und die zu schweren Stücke in drei getrennten Behältern sich sammeln.[3])

Die Wage[4]) von Seiss in Atzgersdorf bei Wien bildet 6 Gewichtsstufen: eine aus allen zu leichten Platten, zwei aus jenen, welche innerhalb der Toleranzgrenzen zu leicht oder zu schwer sind (also keiner Justierung bedürfen) und drei aus den zu schweren nach der Grösse des Übergewichtes; die Trennung der letzteren drei Stufen macht die Anwendung selbstthätiger Justiermaschinen möglich, indem es gelingt, durch Wegnahme eines Spans mittels eines genau einzustellenden Schabmessers das Gewicht der zu derselben Stufe gehörigen Platten innerhalb der Toleranzgrenzen zu berichtigen. Diese Maschine von Seiss besteht aus zehn ganz gleichen Wagen, deren jede minutlich 3 bis 4 Platten selbstthätig abwägt.

Geringwertige Münzen werden, um an Arbeit zu sparen, in der Mark justiert, d. h. man zählt die Anzahl Stücke, welche gesetzlich auf eine Mark, 1 *kg* oder dergl. entfallen sollen und wägt sie. Wenn das Gewicht im ganzen zutrifft, so lässt man die Ungleichheiten auf sich beruhen; andernfalls werden leichte gegen schwere Stücke oder umgekehrt ausgetauscht, um das richtige Gesamtgewicht zu erhalten.

Wenngleich durch das Justieren ein Teil der Platten-Oberfläche blank geworden ist, so findet dies doch nicht mit der ganzen Fläche (und bei den in der Mark justierten Münzen überhaupt nicht) statt: es muss daher die schwärzliche Farbe, welche durch eine oberflächliche Oxydation beim Glühen entstanden ist, nunmehr fortgeschafft werden. Dies geschieht, nachdem man die justierten Platten geglüht hat (sowohl um sie von dem anhängenden Öle zu reinigen —

[1]) D. p. J. 1882, **245**, 61 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1885, **255**, 249 m. Abb.
[3]) Polyt. Centralbl. 1858, S. 1533 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1872, **203**, 241; 1874, **213**, 279 m. Abb.

womit im Durchschnitte der Stempel und die Unterlage, des leichteren Schneidens halber, benetzt werden — als um sie fürs Prägen weich zu machen), durch das **Sieden oder Beizen**, welches sowohl für Kupfermünzen, als für Silber- und Goldmünzen erforderlich ist, aber bei den letzteren beiden noch eine weitere Wirkung hat, nämlich die Verschönerung der Farbe, welche der des reinen Goldes oder Silbers nahe kommen soll, obschon die Masse der Münzen mehr oder weniger mit Kupfer versetzt ist. Wenn — wie in neuerer Zeit sehr gebräuchlich geworden — die Goldplatten ungeglüht gar nicht oder nach einer Glühung nur so schwach gebeizt werden, als zur Entfernung des wenigen Kupferoxydes nötig ist, oder wenn man die Bildung von Kupferoxyd ganz verhindert, indem man das Glühen in Kohlenpulver ausführt, daher das Beizen durch ein blosses Waschen der Platten in Seifenwasser ersetzen kann, so zeigen die daraus geprägten Münzen die der Legierung eigentümliche rötliche Farbe, während die stark gebeizten (gefärbten) hochgelb erscheinen und erst infolge der Abnutzung rötlich werden.

Wie bedeutend die durch das Beizen herbeigeführte Farbenänderung ist, beobachtet man an den silbernen Scheidemünzen, welche neu blendend silberweiss aussehen, jedoch nach einiger Abnutzung die eigentliche rote Farbe ihres Stoffes darbieten. Gegenwärtig gebraucht man gewöhnlich ein stehendes hölzernes Gefäss, besser eine hölzerne Tonne (**Beizfass**), deren Achse unter 12 bis 15 Grad gegen die Wagerechte geneigt liegt, und welche durch irgend eine Kraft langsam umgedreht wird; als Beize dient verdünnte Schwefelsäure (für Silberplatten von wenigstens 0,750 Feingehalt 100 *kg* Wasser auf 8 *kg* Schwefelsäure, für Scheidemünze und Kupfer stärkere Säure); die Platten werden, vom Glühen noch warm, in das Fass zu der Säure gegeben, wodurch letztere eine Temperatur von 36 bis 50° C. annimmt, das Drehen dauert ungefähr: für Zweithalerstücke 8 bis 10 Minuten, Thaler (0,750 fein) 30 bis 36, Sechstelthaler 45 bis 60 Minuten, Scheidemünze von 0,312 fein $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Stunden, solche von 0,229 fein $2^1/_2$ Stunden, Kupfer 12—15 Minuten. Nicht selten wird das Beizen wiederholt, aber mit Weinstein und Wasser (statt der Schwefelsäure), weil auf diese Art die schönste Weisse entsteht.

Silberne Platten verlieren durch das Sieden oder Beizen $^1/_8$ % bis $2^1/_4$ % am Gewichte, geringhaltige mehr als feinere, kleine (welche bei gleichem Gewichte eine grössere Gesamt-Oberfläche besitzen) mehr als grosse; goldene Platten ergeben einen Beizverlust von durchschnittlich 0,070 %, wogegen bei Anwendung des Glühens in Kohlenpulver nach in der Dresdener Münze angestellten Beobachtungen nur ein Scheuerverlust von 0,0077 % bei 20-Markstücken, von 0,012 % bei 10-Markstücken verbleibt. Der Betrag dieses Verlustes muss für jede Münzart durch Erfahrung möglichst genau ausgemittelt und beim vorausgehenden Justieren schon berücksichtigt werden. Steigt die Gewichtsverminderung über das vorgeschriebene Mass, so zeigt dies ein zu starkes Glühen oder zu viel Luftzutritt im Glühofen an.

Die durch das Sieden oder Beizen blankgewordenen, jedoch nicht glänzenden Platten werden wiederholt mit viel (zuerst heissem, dann kaltem) Wasser abgespült und in einem grossen Siebe mit Sägespänen, auch wohl in einer liegenden, um ihre Achse gedrehten hölzernen Tonne mit Sägespänen oder Kohlenpulver (am besten in einer kupfernen Pfanne mit leinenen Tüchern, da namentlich die Sägespäne leicht Staub zurücklassen, der nachher die Politur der Prägstempel angreift) abgetrocknet. Um sich von ihrem richtigen Feingehalte zu überzeugen und so eine Nachprüfung der Schmelzprobe (S. 522) zu gewinnen, werden einige Stücke neuerdings probiert (**Plattenprobe**). Desgleichen bedarf, streng genommen, auch das Gewicht einer endgültigen Prüfung und Feststellung. Die früher stückweise justierten Münzen nunmehr ohne weiteres auf gleiche Weise zum zweitenmal zu justieren, um die etwa früher begangenen Versehen zu entdecken, wird in der Regel, selbst bei grossen Münzen, für zu zeitraubend und kostspielig erachtet; man pflegt daher zunächst nur so viele Stücke, als z. B. auf 1 *kg* gehen sollen, zu wägen: ergiebt sich ausnahmsweise ein zu grosses Gewicht, so wägt man die Stücke einzeln und justiert die zu

schweren durch nachträgliches Abfeilen oder Abschaben, wobei freilich die vom Sude hervorgebrachte Oberfläche beschädigt wird. So sind die Platten zum Prägen fertig. Die in der Mark justierten geringen Münzen (S. 525) unterliegen einer erneuerten Gewichtsprüfung überhaupt nicht.

Das Gepräge der Münzen, im weitesten Sinne des Wortes, zerfällt in das eigentliche Gepräge auf den Flächen, und in den Rand, die Randverzierung, Kräuselung. Die Randverzierung fehlt gewöhnlich bei Kupfermünzen und den kleinsten Silbermünzen ganz, besteht bei kleinen Gold- und Silberstücken in Kerben, Streifen, Punkten, Sternen, Schuppen u. dgl., bei grösseren Münzen aber meist in Schrift (Randschrift), vergl. S. 520. Bei den im Ringe (S. 519) zu prägenden Münzen mit hoher Randschrift oder mit einfachen von Vorderseite zu Rückseite über den Rand laufenden Kerben entsteht die Ausbildung des Randes durch den Prägring; dagegen wird bei den im Ringe zu prägenden Stücken mit vertieftem Rande, sowie bei den ohne Prägung erzeugten durchgehends, die Randverzierung oder Randschrift vor dem Prägen durch eine eigene Bearbeitung — das Rändeln — hervorgebracht. Hierzu dient eine kleine Maschine, das Rändelwerk, Kräuselwerk, welche man von verschiedener Einrichtung findet.[1]) Die Hauptteile sind jedoch immer zwei gehärtete stählerne Rändeleisen, welche entweder geradlinig und zu einander gleichlaufend oder bogenförmig sind. In jedem Falle liegt das eine Eisen unbeweglich, das andere wird dergestalt durch einen Hebelgriff oder durch eine Kurbel mit Verzahnung u. s. w. bewegt, dass stets beide Eisen in einer Ebene bleiben und der Abstand zwischen ihnen unwandelbar dem Durchmesser der Münze angemessen ist. Die Rändeleisen tragen auf ihren einander zugekehrten Kanten — jedes zur Hälfte — die Randverzierung oder Schrift hoch oder vertieft, je nachdem dieselbe auf der Münze vertieft oder hoch erscheinen soll. Indem das bewegliche Eisen dem unbeweglichen gegenüber sich seiner Länge nach verschiebt, wird eine in den Zwischenraum gebrachte Platte dergestalt fortgewälzt, dass sie eine halbe Umdrehung um sich selbst macht, und folglich jede Hälfte des Randes von einem der Eisen den Eindruck annimmt.

Ein Rändelwerk mit Dampfkraftbetrieb, wie es in grossen Münzstätten vorkommt, kann, nach Grösse der Münzstücke, 40 bis 60 Platten in einer Minute bearbeiten; es sind dann wohl 10 bis 20 Werke auf demselben Tische angebracht. — Man hat die Rändelmaschine mit einem eigentümlich gebauten Durchschnitte derart in Verbindung gebracht, dass die ausgeschnittenen Platten ohne weiteres in das Rändelwerk hinabgleiten[2]); dies wird jedoch bei Münzen, welche stückweise justiert und nachher gesotten werden müssen, nicht wohl verwendbar sein.

Zuweilen bringt man, zum Vorteile der Schönheit, vor dem eigentlichen Rändeleisen ein paar ähnliche aber ganz glatte Eisen an, zwischen welchen die Platten zuerst durchgehen, damit ihr Rand durch den Druck ein wenig nach den Flächen hin aufgestaucht, etwas breiter und recht glatt gemacht wird, bevor die gravierten Eisen die Verzierung eindrücken; oder man rändelt zweimal — auf getrennten Rändelmaschinen — das erste Mal mit glatten, das zweite Mal mit gravierten Eisen. Das Glatträndeln pflegt auch bei solchen Platten angewendet zu werden, welche ihre Randverzierung erst im Prägringe empfangen oder auch ganz ohne Randverzierung bleiben; einige der dazu dienlichen Maschinen gestatten eine so schnelle Arbeit, dass 240 Stück in einer Minute fertig werden.

Den Rändeleisen mit Verzierung oder Schrift wird diese auf einer der Rändelmaschine ähnlichen Vorrichtung eingedrückt, in welcher eine auf ihrer Randfläche entsprechend gravierte Stahlscheibe zwischen den zu fertigenden beiden Rändeleisen liegt und bei den entgegengesetzten Verschiebungen dieser letzteren sich um ihre Achse dreht.

Das Prägen der Münzen wird mittels zweier stählerner Stempel ver-

---

[1]) D. p. J. 1862, **163**, 11 m. Abb.
[2]) Polyt. Centralbl. 1865, S. 573 m. Abb.

richtet, welche gehärtet, gelb angelassen sind und zwischen denen eine Münzplatte nach der andern einem Stosse ausgesetzt wird. Die Maschine, in welcher die Prägstempel angebracht sind (die **Prägmaschine**, **Münzmaschine**) ist zum Teil noch das — früherhin allgemein gebräuchlich gewesene — sogenannte **Stosswerk**, welches auch **Druckwerk**, **Anwurf**, **Spindelwerk** genannt wird. Die Grösse desselben richtet sich nach der Grösse der Münzen, welche darauf geprägt werden. Die Schraube, welche gewöhnlich ein dreifaches (manchmal ein vierfaches) flaches Gewinde besitzt, hat ungefähr ihren fünf- bis sechsfachen Durchmesser zur Länge; die messingene (in einem sehr kräftigen Körper von Gusseisen oder Kanonenmetall angebrachte) Mutter, in welcher sie sich bewegt, ist fast ebensolang. Der Bogen, welchen die Schraube und ihr Schwengel bei der Umdrehung abwechselnd vor- und rückwärts durchlaufen, beträgt 60 bis 180 Grad: je mehr man ihn verkleinert, destomehr Stösse können in gleicher Zeit gegeben werden, aber destomehr Arbeiter sind zur Bewegung erforderlich, um dem Stosse die nötige Kraft zu verleihen. Durch das Aufstossen des Oberstempels auf die Münzplatte und mittelbar auf den Unterstempel entsteht ein Rückstoss, der bedeutend genug ist, um die Schraube wenigstens einen Teil ihres Weges zurück hinaufzutreiben: man kommt dieser rückgehenden Bewegung noch durch ein mit dem Schieber verbundenes Gegengewicht oder durch einen mittels eines Gewichtes straff angespannten Riemen zu Hilfe, gegen welchen (beim Hinabgehen der Schraube) der Schwengel am Ende seiner Bewegung stösst.

Um ein Beispiel von den Abmessungen des Stosswerkes zu geben, soll hier angeführt werden, dass zum Prägen von Doppel-Pistolen und anderen Münzen ungefähr gleicher Grösse angenommen werden kann: der Durchmesser der Schraube, samt den Gängen, = 108 *mm*; die Tiefe des Gewindes = 17 *mm*; die Ganghöhe oder Steigung des Gewindes = 86 *mm*; mithin (bei einer dreifachen Schraube) die Breite jedes hohen und vertieften Ganges = $14^1/_2$ *mm*; die Länge des Schwengels, zwischen den Mittelpunkten der Schwungkugeln gemessen = 2,2 *m*; das Gewicht jeder Schwungkugel = 25 *kg*. Wenn dabei der Schwengel einen Bogen von 70 Grad beschreibt, so sind zur Bewegung 7 oder 8 Mann erforderlich, und es können 50 bis 55 Stösse in einer Minute gegeben, also 3000 bis 3300 Münzstücke stündlich geprägt werden. Um Thaler- und Zweiguldenstücke zu verfertigen, sind (natürlich an einer grössern Maschine) 8 bis 12 Mann nötig, wenn der Bogen 60 bis 70 Grad misst, wobei 50 Stösse in einer Minute stattfinden können. Der (drei- oder vierfachen) Schraube giebt man hierzu 120 und selbst 150 *mm* Durchmesser, ihrem Gewinde bis zu 150 oder 160 *mm* Steigung. Alle diese Angaben dürfen nur als Näherungen betrachtet werden; es lässt sich z. B. (nach dem Obigen) die Anzahl der angestellten Arbeiter sehr bedeutend vermindern, wenn man den Schwengel einen halben Kreis (180 Grad) durchlaufen lässt, wo dann freilich die Zahl der Stösse sich bis auf 900 oder 1200 in der Stunde (15 oder 20 in der Minute) verringert.

Ein reines Ausprägen wird stets leichter mit einer stark steigenden Schraube erreicht, als mit einer wenig steigenden. Letztere hat eine Wirkung, welche sich mehr jener des Druckes, als des reinen Stosses nähert, treibt das Metall stark in die Breite auseinander, bildet aber das Gepräge weniger scharf aus. Bei gleichem mechanischen Momente des bewegten Oberstempels ist es nämlich für die Schönheit der Prägung vorteilhafter, die Geschwindigkeit gross und die Kraft entsprechend kleiner zu nehmen, als umgekehrt.

In einigen grossen Münzwerkstätten hat man Dampfmaschinen zur Bewegung der Stosswerke angewendet.

Statt des Stosswerkes mit der Schraube hat man in der neueren Zeit mit grossem Vorteile Kniehebel-Pressen zum Prägen eingeführt, welche durch Drehen einer Kurbel oder durch Dampfkraft mittels Riemenscheibe in Gang gesetzt werden, wegen des mangelnden Schwengels wenig Raum einnehmen und dergestalt ohne heftige Erschütterung arbeiten, dass sie keines besonders festen Fundamentes bedürfen, sondern fast in jedem Zimmer aufgestellt werden können

Die Prägmaschinen von Nevedomsky[1]) und von Uhlhorn[2]) sind dieser Art. Letztere — gegenwärtig sehr verbreitet und unstreitig das vollkommenste, was das Fach der Prägmaschinen aufzuweisen hat — enthält viele ausgezeichnete Einzelheiten, z. B. einen Mechanismus, durch welchen die Maschine selbst ihre Bewegung augenblicklich einstellt, wenn zufällig (durch Nachlässigkeit des Arbeiters oder durch eine Störung in der Thätigkeit des Zubringers) keine Münzplatte auf den Unterstempel gelangt ist; einen andern, der aller Beschädigung in dem Falle vorbeugt, wo etwa die geprägte Münze nicht weggeschoben wurde und eine neue Platte auf dieselbe zu liegen kam, oder die neue zugebrachte Platte zwar den Ring leer findet, aber nicht ganz in dessen Öffnung eintritt, folglich gequetscht wird; einen dritten, welcher den Unterstempel im Augenblicke des Prägedruckes um ein sehr geringes (höchstens 1 *mm* am Umkreise grosser Münzsorten) drehend um seine Achse bewegt, wodurch das scharfe Ausprägen befördert wird; u. s. f.

Eine Uhlhorn'sche Maschine prägt von grossen Münzen (Thalern und Doppelthalern) 36 bis 40, von mittleren 50 bis 55, von kleinen 60 bis 75 Stück in einer Minute. Der sie bedienende Arbeiter hat nichts zu thun, als die Platten mit zählender Bewegung fort und fort auf eine schiefe Fläche fallen zu lassen, von welcher sie hinabgleiten, um eine nach der andern durch den Zubringer in den Prägring geschoben zu werden. Nach geschehener Prägung kommen die Stücke in der Reihe auf einem andern Wege von selbst heraus und fallen über eine zweite schiefe Fläche in das Sammelgefäss. Zwei Mann zum Kurbeldrehen sind an den Maschinen mittlerer Grösse genügend; die Bewegung wird aber gewöhnlich durch eine Dampfmaschine hervorgebracht.

Das früher zum Prägen der Scheidemünze gebräuchlich gewesene Klippwerk (wobei der Oberstempel unten an einer senkrechten Eisenstange sitzt, auf welche oben mit dem Hammer geschlagen wird) ist längst verschwunden; ebenso das Walzenprägwerk (Taschenwerk), welches auf zwei stählernen Walzen die Gravierung des Gepräges enthält und dieselbe den durchgehenden Platten beiderseitig aufdrückt, dabei aber die Münzen länglichrund macht, weil es dieselben in der Richtung der Bewegung stärker streckt, als in der Richtung der Walzenachsen (vergl. I, 302, 318).

Eine Platte, welche freiliegend zwischen zwei Stempeln geprägt wird, büsst gewöhnlich mehr oder weniger ihre genau runde Gestalt ein, weil — teils wegen des unvollkommenen Parallelismus der Stempelflächen, teils wegen ungleicher Dicke der Platten infolge des Justierens, teils endlich (und hauptsächlich) wegen ungleichmässiger Verquetschung der Metallmasse durch die Gravierung der Stempel — die an dem Umkreise stattfindende Ausdehnung nicht überall völlig gleich ist. Für die Regelmässigkeit der Münzen ist es demnach sehr vorteilhaft, wenn man die Platte verhindert, sich über einen bestimmten Umkreis hinaus zu vergrössern. Dies wird durch das — jetzt fast überall eingeführte Ringprägen — erreicht, wobei der untere Prägstempel von einem stählernen Ringe umgeben ist, sodass er die Öffnung desselben ausfüllt.

Vor und bei dem Prägen steht der obere Rand dieses Ringes um die Dicke der Münzplatte höher, als die gravierte Fläche des Unterstempels; wenn aber nach dem Stosse der Oberstempel wieder hinaufgeht, so bewirkt ein Mechanismus ein Heben des Unterstempels oder ein Senken des Ringes, dergestalt, dass hierdurch die Münze aus dem Ringe in die Höhe gestossen, blossgelegt wird und beiseite geschoben werden kann. Sowie hierauf der Oberstempel aufs neue niederzugehen anfängt, begeben sich auch der Ring und der Unterstempel in ihre vorige

[1]) Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1823, S. 64 m. Abb.
[2]) Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1847, S. 103 m. Abb.

Lage gegeneinander. Die ungeprägten Platten sind ein wenig kleiner, als die Öffnung des Ringes, fallen mithin leicht in den letzteren hinein und auf den Unterstempel; durch das Prägen aber findet eine Ausdehnung statt, in deren Folge der Rand der Münze kräftig gegen den inneren Umkreis des Ringes gedrückt und an demselben glatt und rund gemacht wird.

Der Prägring kann nur dann ein ganzer oder voller Ring sein, wenn es angeht, aus einem solchen die Münze ohne Schwierigkeit herauszuschieben. Dies ist in folgenden drei Fällen zulässig: a. Wenn die Münze glattrandig geprägt wird (ohne Schrift oder Verzierung auf dem Rande); b. wenn sie vor dem Prägen eine vertiefte oder eine solche hohe Rändelung empfangen hat, welche durch den Ring niedergedrückt werden soll, um nur eine Spur zu hinterlassen (S. 520): in diesen beiden Fällen ist der Ring inwendig glatt (glatter Ring); c. wenn der Rand einfach gekerbt verlangt wird (gekerbter Ring, Kerbring). — Ein Rand mit erhabener Schrift oder Verzierung kann bei Ringprägung nicht durch Rändeln vor dem Prägen, sondern nur mittels des (vertieft gravierten) Prägringes selbst zustande gebracht werden, welcher letztere aus drei Teilen besteht, sich im Augenblicke des Prägens zusammenschliesst, nachher aber öffnet, um das Herausheben der Münze zu gestatten (dreiteiliger oder gebrochener Ring). Auf dem Rande der so verfertigten Münzstücke erkennt man in der Regel die Spuren von den Fugen des Ringes in drei feinen erhabenen Strichen oder Nähten.

Beim Prägen können mancherlei Fehler vorkommen, welche an den Münzen sichtbar werden: 1) Wenn aus Versehen zwei Platten statt einer auf den Stempel gelegt werden, so erhalten beide nur auf einer Seite ein Gepräge, die sich berührenden Flächen aber bleiben glatt. 2) Bleibt die geprägte Münze an einem der Stempel hängen, sodass sie nicht schnell abgelöst werden kann, und wird unter diesen Umständen eine neue Platte aufgelegt, so erhält diese auf einer Fläche den gewöhnlichen Abdruck des Stempels, auf der andern Fläche den vertieften Eindruck von dem ersten, durch das Prägen hart gewordenen Stücke. Beim Ringprägen — namentlich in der Uhlhorn'schen Maschine, deren Oberstempel bis zu einem bestimmten Punkte herabzugehen durch den Hebelmechanismus gezwungen ist — wird die obenauf liegende Platte, deren Dicke in der Tiefe des Ringes nicht Platz hat, über den Umkreis des letzteren hinausgequetscht und dadurch vergrössert, wobei zugleich die Zeichnung und Schrift des Gepräges auf eine merkwürdige Weise regelmässig sich vergrössert, der Rand aber oft stark einreisst. 3) Kommt die Platte nicht gleichachsig auf den Stempel zu liegen, so prägt sich nur ein Teil der Stempel ab, und eine mondsichelförmige Stelle der Münze bleibt glatt. Ereignet sich dieser Fall beim Prägen im Ringe, so erfolgt — weil jener sichelförmige Teil ausserhalb der Ringöffnung bleibt, ein Hinaufquetschen desselben, welches die Münze gänzlich unbrauchbar macht. 4) Das Gepräge erscheint doppelt, wenn die schon geprägte Münze, bei dem Bestreben sie loszumachen, nur ein wenig auf dem Unterstempel verschoben wird und einen zweiten Stoss erhält, der gewöhnlich das erste Gepräge nicht ganz zerstört. 5) Treffen durch ein Versehen die Stempel leer aufeinander (d. h. ohne dass eine Platte dazwischen liegt), so ist das Zerspringen eines Stempels oder beider sehr häufig die Folge: ja selbst beim ordnungsmässigen Prägen entstehen oft Sprünge in den Stempeln. Insofern nun dieselben nicht zu bedeutend sind, arbeitet man demungeachtet fort; aber auf den Münzen drucken sich solche Stempelrisse als erhabene Linien sichtbar ab. 6) Beim leeren Zusammentreffen der Stempel kann sich auch die Gravierung des einen Stempels äusserst seicht in dem andern, vielleicht etwas weicheren, abdrücken. Bei fortgesetzter Prägung erzeugt der so veränderte Stempel auf den Münzen ein unreines Gepräge. 7) Von dieser seltenen und leicht zu übersehenden Erscheinung ist das nur bei dünnen Münzen, und zwar ziemlich oft, vorkommende Durchprägen zu unterscheiden, welches darin besteht, dass man auf einer Seite des Stückes die Hauptumrisse des Gepräges der andern Seite unvollkommen aber deutlich gewahr wird, sofern nämlich diese Umrisse in den blanken Spiegel (das ebene glatte Feld) der Gegenseite fallen. Ursache hiervon ist der Umstand,

dass die Platte dort, wo sie beiderseitig von der Stempel-Spiegelfläche getroffen wird, eine stärkere Zusammendrückung erleidet, als da, wo ihr nur der eine Stempel seinen Spiegel, der andere hingegen eine vertiefte Stelle seiner Gravierung darbietet. 8) Unebenheiten im Spiegel der Münzen entstehen leicht, wenn die Stempel schlecht gehärtet, namentlich an verschiedenen Stellen ungleich hart sind, weil dann die Fläche derselben sich teilweise eindrückt und Vertiefungen annimmt. An solchen Stellen fällt denn auch das Gepräge nicht scharf aus, und zwar oft in solchem Grade, dass sogar die Feilstriche vom Justieren sichtbar bleiben. 9) Stumpfes, abgerundetes Gepräge hat meistens seinen Grund in zu geringer Kraftanwendung beim Prägen, oder in nicht hinlänglicher Stärke des Prägwerkes.

Die Ur-Gravierung der **Prägstempel** (**Münzstempel**), namentlich der Zeichnung ohne Schrift, wird von dem **Stempelschneider** (**Medailleur**) meist erhaben in Stahl ausgeführt, weil auf diese Weise die Ausarbeitung der einzelnen Teile leichter ist als in der Tiefe. Man drückt dieses Urbild (die **Pater**), nachdem es gehärtet worden, in einer beliebigen Anzahl von Prägstempeln ab, welche dadurch völlig übereinstimmend werden. Dazu bedient man sich eines starken Prägwerkes mit Schraubenspindel, und das Verfahren wird **Senken**, **Absenken**, genannt. Ist die Gravierung (z. B. ein Wappen) ursprünglich vertieft, so prägt man sie zuerst erhaben in Stahl ab und gebraucht diesen Abdruck, welchen man härtet, zum Senken der Prägstempel. Bei erhaben geschnittenen Urstempeln befolgt man sogar gewöhnlich ein noch weitläufigeres Verfahren: Um nämlich die Gravierung nicht durch zu häufigen Gebrauch der Gefahr des Verderbens auszusetzen, prägt man sie vertieft in Stahl ab, schlägt mit Buchstabenpunzen die Schrift ein, härtet den Abdruck, prägt damit einen neuen Stempel, härtet diesen ebenfalls und bedient sich endlich seiner, um damit die Prägstempel zu senken. Geht nun etwa dieser erhabene Stempel zu Grunde, so kann er leicht wieder ersetzt werden. Das Härten der Stempel geschieht durch Eintauchen in Wasser oder unter einem Wasserstrahle (Strahlhärtung, S. 17), welchen man mitten auf die Fläche fallen lässt.

Vor dem Gravieren der Stempel zu figürlichen Darstellungen verfertigt man ein Modell aus Wachs. Das Modell wird gewöhnlich in vergrössertem Massstabe ausgeführt. Um das getreue Nachbilden desselben zu erleichtern und dabei Zeit zu ersparen, wird oft (besonders bei hohem Relief) ein mechanisches Verfahren befolgt. Man formt nämlich das Wachsmodell in fettem Sande ein, macht davon einen Abguss in Eisen und überträgt letzteren mittels einer Maschine in Stahl. Von der Einrichtung und Wirkung dieser Maschine mag folgendes einen Begriff geben: Zwei wagerecht und gleichlaufend liegende Wellen werden gleichzeitig und gleich schnell (jedoch sehr langsam) durch Tritt, Schnurscheibe und Schraube ohne Ende umgedreht. An dem Ende der einen Welle ist das eiserne Modell, an dem Ende der andern der zu gravierende Stahlstempel befestigt, welche beide also die Drehung übereinstimmend mitmachen. Ein eiserner Hebel liegt quer vor Modell und Stempel, wird gegen beide durch eine Feder angedrückt, ist an seinem Ende sowohl in wagerechter als in lotrechter Ebene um zwei Paar Schraubenspitzen (welche zusammen eine Art Kreuzgelenk bilden) drehbar, und trägt gegenüber dem Modelle einen stumpfen Stahlstift (**Anlauf**), gegenüber dem Stempel aber ein Schneidwerkzeug (eine Art Grabstichel). Anfangs ist der Anlauf auf den Mittelpunkt des Modelles, der Grabstichel auf den Mittelpunkt der Stempelfläche eingestellt. Sowie die Maschine in Gang gesetzt wird, bewegt eine durch den Mechanismus umgedrehte senkrechte Führungsschraube den Hebel sehr langsam niederwärts, und demzufolge beschreibt der Anlauf auf dem Modelle und der Grabstichel auf dem Stempel eine eng gewundene Spirale vom Mittelpunkte nach dem Umkreise hin. Indem nun zugleich, vermöge der Feder, der Anlauf in die Vertiefungen des Modelles eintritt und vor den Erhöhungen desselben zurückweicht, macht der Grabstichel ähnliche Bewegungen vor der Fläche des Stempels, auf welchem er durch Wegschneiden feiner Späne das Relief nachbildet und zwar beliebig verkleinert, weil der Stempel entsprechend näher am Drehpunkte des Hebels sich befindet, als

das Modell. Es ist nötig, den Stempel mehrmals auf diese Weise zu überarbeiten, und demungeachtet fehlen in der Nachbildung alle feineren Züge des Urbildes, welche nachher durch Gravieren aus freier Hand hergestellt werden müssen, sowie man auf dieselbe Weise auch die Grundfläche des Stempels vertieft, welche dann auf dem mittels Absenkens gewonnenen Prägstempel durch Abschleifen geebnet wird.

Zum Senken der Münzstempel hat man zwei Verfahren: a. Mit kleinen Stössen, wobei etwa 8 Mann an dem Prägstocke angestellt werden müssen und mehr Zeit erfordert wird, aber das gehärtete Urbild weniger Gefahr läuft; b. mit starken Stössen, wobei 2 Mann hinreichen und die Schraube hoch hinaufgeschraubt, dann aber rasch herabbewegt wird. Nach je zwei bis vier Stössen muss der Stempel geglüht werden, was zwischen Kohlenstaub geschieht, um Oxydation zu vermeiden. Das Senken selbst geschieht kalt. Erfahrungsmässig wird die vollkommene Ausprägung beim Senken erleichtert, wenn man die Oberfläche des zum Stempel bestimmten Stahlklotzes nicht eben, sondern derartig erhaben macht, dass sie nach der Mitte zu einem sehr niedrigen, also stumpfwinkligen Kegel ansteigt.

Die Dauer der Prägstempel ist sehr verschieden. Nicht selten können zwischen einem Paare vorzüglich guter Stempel 300 000 bis 500 000 Münzstücke geprägt werden, bis sie als unbrauchbar beiseite gelegt werden müssen; die Durchschnittszahl ist aber weit geringer. Manche Stempel zerspringen bei den ersten Stössen; andere setzen sich, d. h. nehmen wegen unvollkommener oder nicht tief genug eingedrungener Härtung Vertiefungen an. Wenn ein Stempel weder springt noch sich setzt, also lange Zeit gebraucht wird, so verliert er nicht nur den Glanz, sondern es runden sich auch allmählich die Ränder der vertieften Gravierung ab, und fallen alsdann die Umrisse des Gepräges stumpf und undeutlich aus. Will man nun sparsam sein, so schleift man, um dem Übel abzuhelfen, die ganze Fläche der Stempel ein wenig ab (was nie in geraden Zügen, sondern stets — wie auch das Polieren — auf der Drehbank geschehen sollte). Doch wird hierdurch das Gepräge seicht und besonders an den niedrigen Teilen in der Nähe der Umrisse auffallend flach, sodass man die mit abgeschliffenen Stempeln geprägten Münzstücke meist leicht erkennt. — In der Londoner Münze wurden bei einer Gelegenheit mit 4 Paar Stempeln 2 150 000 Platten geprägt, was für jedes Paar die ungeheure Zahl 537 500 ergiebt. Im Durchschnitte soll man daselbst 50 000 bis 60 000 Stück auf ein Paar Stempel rechnen. Nach einer anderen Angabe werden bei 8 Prägwerken im Durchschnitte täglich 8 Paar Stempel unbrauchbar, also auf jeder Maschine — welche des Tages 30 000 bis 40 000 Platten prägt — ein Paar. In Holland wurden zu den in 6 Jahren (1846—1851) geprägten $97\frac{1}{2}$ Millionen verschiedenen Münzstücken 10 858 Prägstempel verbraucht, wonach auf jedes Paar Stempel durchschnittlich nur 18 000 geprägte Stücke zu rechnen sind. In der Münze zu Darmstadt sind im Jahre 1859 ungefähr 600 000 Stück Vereinsthaler mit 35 Stempeln geprägt worden, was durchschnittlich 34 285 Platten auf ein Paar Stempel ergiebt. Nach Erfahrungen in Karlsruhe hat man dort durchschnittlich mit einem Paar Stempel geprägt:

von Kupfermünzen	21 *mm* im Durchmesser	26 301	Stück
„ Silberscheidemünzen . . .	17 „ „ „	64 188	„
„ „ . . .	20 „ „ „	40 131	„
„ Silbermünzen (0,900 fein) .	24 „ „ „	31 639	„
„ „ „ „ .	30 „ „ „	37 768	„
„ „ „ „ .	41 „ „ „	32 619	„

Nach Erfahrungen in der Dresdener Münze können folgende durchschnittliche Ergebnisse hinsichtlich des Gewichtsabganges und der Leistungen bei der Verfertigung verschiedener Münzarten mitgeteilt werden:

Arten	Feingehalt	Durchmesser *mm*	Gewicht eines Stückes *g*	Gewicht des Schmelzeinsatzes	Gewicht der gegossenen Zaine	Gewicht der geschnittenen schwarzen Platten	Gewicht der justierten Platten	Gewicht der gebeizten Platten	Gewicht der geprägten guten Stücke
Silber:									
2 Thaler	0,900	41	37,120	100,000	99,444	67,090	64,347	64,265	63,520
1 „	0,750	34	22,272	100,000	99,323	66,116	64,199	64,016	63,426
1/3 „	0,666	28	8,352	100,000	—	64,182	61,967	61,551	60,897
1/6 „	0,520	23	5,345	100,000	99,541	65,423	63,112	62,579	61,805
2 Neugr.	0,312	21	3,118	100,000	97,216	63,870	—	62,700	61,912
1 „	0,229	17	2,126	100,000	96,955	61,964	—	60,700	59,774
1/2 „	0,229	15	1,063	100,000	98,815	54,021	—	52,762	52,134
Kupfer:									
2 Pfennig	—	20	3,428	100,000	—	63,460	—	63,144	62,506
1 „	—	16	1,714	100,000	—	63,916	—	63,301	62,784

Die tägliche durchschnittliche Arbeitsleistung nach Stückzahl, durch die beigesetzte Anzahl Personen, war folgende:

Arten	Schneiden		Justieren		Beizen		Rändeln		Prägen auf dem Spindelprägwerk		Prägen auf der Uhlhorn'schen Presse	
	Anzahl der Arbeiter	Anzahl der Platten	Anzahl der Arbeiter	Anzahl der Platten	Anzahl der Arbeiter	Anzahl der Platten	Anzahl der Arbeiter	Anzahl der Platten	Anzahl der Arbeiter	Anzahl der Platten	Anzahl der Arbeiter	Anzahl der Platten
2 Thaler	1	17010	1	600	2	11340	1	8190	8	17010	1	18000
1 „	1	21000	1	1000	2	18900	1	11550	7	18900	1	20000
1/3 „	1	21000	1	1100	2	33600	1	14000	5	18200	1	21000
1/6 „	1	21875	1	1200	2	43750	1	17500	4	17500	1	19000
2 Neugr.	1	22500	—	—	2	67500	1	37500	4	22500	1	25000
1 „	1	24750	—	—	2	88000	1	44000	3	22000	1	25000
1/2 „	1	27500	—	—	2	154000	—	—	2	22000	1	25000
2 Pfennig	1	23863	—	—	2 (2 Pfennig und 1 Pfennig zusammen)	92046	—	—	4	22727	1	25000
1 „	1	27272	—	—			—	—	3	22727	1	25000

Über das Erkennen falscher Münzen.[1]) — Falsche Münzen sind entweder gegossen oder geprägt; die Erkennungsmittel zerfallen in allgemeine und in besondere, je nachdem sie überhaupt für alle falschen Münzen gelten, oder nur für eine jener beiden Klassen. — a. Allgemeine Erkennungsmittel; diese gründen sich auf die Beschaffenheit der Metallmasse, welche nach folgenden Eigenschaften beurteilt werden kann: 1) Farbe, an abgeriebenen oder abgefeilten Stellen, da man sich nicht etwa durch versilberte oder vergoldete Oberflächen täuschen lassen darf; 2) Strich auf dem Probiersteine und Verhalten

[1]) Die Kunst falsche Münzen zu erkennen. Von G. B. Loos. Berlin 1828. — Beitrag zur Technik des Münzwesens. Von K. Karmarsch. Hannover 1856, S. 90—102.

gegen Reagentien (S. 66, 74); 3) Härte, beim Feilen oder beim Schneiden mit dem Messer; 4) Biegsamkeit, indem manche falsche Münzen spröde sind und beim Biegen brechen, andere hingegen ausserordentlich leicht gebogen werden können, ohne einen Bruch zu bekommen; 5) Klang, wobei man indes, wenn er fehlt, nicht ohne weitere Untersuchung die Münze für falsch halten darf, weil oft Schiefer und unganze Stellen auch echte Münzen des Klanges berauben; 6) Gewicht, welches bei allen falschen Münzen (die richtige Grösse vorausgesetzt) zu gering ist, mit Ausnahme der durch Platin verfälschten Goldmünzen und etwa einiger aus stark bleihaltigen Mischungen gegossener falscher Silbermünzen. Die meisten falschen Silbermünzen sind so bedeutend zu leicht (um 3 bis 32%), dass man kaum in Gefahr kommen kann, ein echtes aber stark abgenutztes Stück seines Mindergewichtes wegen für falsch anzusehen; 7) Grösse, besonders aber Dicke. Um das Vollgewicht bei zu geringem Einheitsgewichte herauszubringen, sind falsche Münzen zuweilen dicker gemacht, als die echten. Wenn in einem Blechstreifchen ein Spalt ausgearbeitet ist, dessen Länge und Breite genau dem Durchmesser und der Dicke des echten Geldstückes entsprechen, und es findet sich, dass ein angezweifeltes Stück gleicher Art bei richtigem Gewichte ebenfalls genau in den Spalt passt, so ist die Echtheit, im entgegengesetzten Falle die Unechtheit, schon höchst wahrscheinlich. Man muss dabei nur berücksichtigen, dass an ganz neuen echten Stücken das die Fläche umfassende Stäbchen (S. 520) oft durch das Prägen im Ringe ungewöhnlich hoch aufgetrieben ist, wo dann die Münze dem unachtsamen Beurteiler zu dick erscheint. — b. Besondere Erkennungsmittel gegossener falscher Münzen. Da zum Einformen für den Guss eine echte Münze als Modell dient, so giebt die Zeichnung und Stellung des Gepräges an sich kein Mittel zur Erkennung; jedoch bemerkt man als kennzeichnend: 1) eine meist sehr auffallende Stumpfheit und ein gleichsam verwischtes Ansehen des Gepräges; 2) oft einen eigentümlichen, wie fettartigen Glanz der ganzen Oberfläche; 3) eine Menge feiner, häufig nur wie schwarze Pünktchen erscheinender, Poren oder Grübchen, welche gegen das dichte Ansehen geprägter Münzen höchst auffallend abstechen; 4) den Mangel oder den unvollkommenen Zustand der Randverzierung, welche niemals durch den Guss entstehen kann; die meisten gegossenen Münzen sind so schlecht nachgeahmt, dass sie einen nur ganz rohbefeilten Rand zeigen. — c. Besondere Erkennungsmittel geprägter falscher Münzen. Da diese durch dieselben Mittel verfertigt werden, wie die echten, so können sie möglicherweise in technischer Hinsicht ebenso vollendet sein. Untersuchen muss man daher hauptsächlich, ob nicht beim Gravieren der Prägstempel Abweichungen von dem Vorbilde stattgefunden haben; und glücklicherweise sind dergleichen äusserst schwer zu vermeiden. Man betrachte vergleichungsweise mit einem echten Münzstücke: 1) die Zeichnung des Gepräges, besonders in kleinen, weniger in die Augen fallenden Teilen, welche am leichtesten übersehen und vernachlässigt worden sein können; 2) die Grösse und Gestalt der Buchstaben und Ziffern in den Auf- und Umschriften, sowie anderer Teile des Gepräges, wobei prüfendes Nachmessen grösserer Abstände mit einem feinen Zirkel oft sehr dienlich ist; 3) die gegenseitige Entfernung der Buchstaben, ihre Stellung an sich und gegen benachbarte Teile des übrigen Gepräges; 4) das Ansehen des Randes und der darauf befindlichen Schrift oder Verzierung. Wenn, wie es zuweilen vorkommt, dünne mit dem Gepräge versehene Platten einer echten Münze entnommen und auf eine Scheibe von Kupfer, Neusilber, Blei u. s. w. aufgelötet sind, so kann meist das Ansehen nicht, sondern nur das Gewicht und etwa der Klang, zusammen mit einer genauen Untersuchung der Randfläche, die Fälschung verraten. — Schliesslich ist zu bemerken, dass man zu genauerer Besichtigung stets die Lupe gebrauchen muss und sich zu einem Urteile über Echtheit oder Falschheit einer Münze erst dann mit voller Sicherheit berechtigt halten darf, wenn mehr als ein Kennzeichen unzweifelhaft ein übereinstimmendes Resultat ergiebt und kein anderes Merkmal damit in bestimmtem Widerspruche ist. Im besonderen hüte man sich, eine Münze wegen vorhandener Prägefehler (S. 530) ohne weiteres zu verdächtigen.

Da in der Regel, wie schon angegeben, die gefälschten Münzen von den

echten sich durch ihre Dicke oder ihr Gewicht unterscheiden, so hat man Maschinen gebaut[1]), welche ziemlich selbstthätig die vorgelegten Münzen messen und wägen.

Denkmünzen oder Medaillen werden wie die Geldmünzen geprägt; doch erfordern sie in der Regel, wegen ihres viel höheren Gepräges, viel mehr als einen Stoss (wohl 10 bis 20 Stösse und darüber), machen deshalb die Anwendung des Schraubenprägwerkes, S. 528, nötig, mit Ausschluss der Kniehebelmaschinen, und müssen nach jedem zweiten, dritten oder vierten Stosse ausgeglüht (und wieder abgebeizt) werden, um der fortgesetzten Bearbeitung zwischen den Stempeln gehörig nachzugeben. Man unterstützt die regelrechte Ausbildung der Erhabenheiten wohl durch das Vorschlagen, indem nämlich die Münze zunächst mittels eines Hammers angemessen bearbeitet wird, sodass der Stempel das so gewonnene rohe Gebilde nur zu vervollkommnen hat.

Das Prägen kupferner Denkmünzen wird sehr erleichtert, wenn man ihnen den ersten Stoss (der dann sehr wirksam ist) im rotglühenden Zustande giebt; sie werden hierauf durch Ausglühen erweicht, mit einer Drahtbürste und Wasser blankgekratzt und bekommen die ferneren Stösse kalt. — In Frankreich werden Denkmünzen aus Bronze geprägt (die gewöhnlich sogenannten bronzenen Medaillen sind von reinem Kupfer und werden, bevor sie den letzten Prägstoss bekommen, bronziert, S. 380). Am besten eignet sich eine Legierung von 100 Teilen Kupfer mit 5 bis 10 Teilen Zinn (vergl. S. 85), woraus die Münzen in Sandformen nach einem Modelle gegossen werden, sodass die Prägung nur die Vollendung der Münze zu bewirken hat. Aus der Form werden die Stücke noch heiss genommen und in Wasser abgelöscht, um sie weich zu machen (S. 84); dann giebt man ihnen drei Stösse in der Prägmaschine, glüht sie wieder, kühlt sie in Wasser ab. Mit Glühen, Ablöschen und Prägen wird in dieser Weise abwechselnd fortgefahren, bis das Gepräge vollendet ist. Gewöhnlich sind dazu im ganzen 9 bis 12 Stösse der Prägstempel und 3 bis 4 Glühungen hinreichend. — Neuerlich verfertigt man viele Denkmünzen aus Zinn oder Britannia-Metall (S. 54), wozu die Platten vor dem Prägen galvanisch versilbert, und aus Zink, welche zuletzt galvanisch verkupfert und dann bronziert werden; auch in diesen beiden Fällen werden, sofern das Gepräge beträchtlich erhaben ist, die Stücke nach einem Modelle in Sandformen gegossen und mit 1 oder 2 Stössen des Prägwerkes nur vollendet (die Zinkmünzen erwärmt man zum Prägen).

14. Kleiderknöpfe.[2])

Die Knopfverfertigung begreift, insofern von Metallknöpfen die Rede ist, diejenige: 1) der gegossenen Knöpfe, 2) der Blechknöpfe.

1) Gegossene Knöpfe. — Sie bestehen teils aus weichem leichtflüssigen Metalle (mit Blei, auch Antimon, oder mit etwas Kupfer und wenig Antimon versetztem Zinn), teils aus harten, schwerer schmelzbaren Mischungen (Messing, Tombak u. s. w., vergl. S. 77).

Die Knöpfe der ersten Art werden in messingenen oder eisernen Formen gegossen (S. 162), in deren Höhlung eine gravierte oder guillochierte Platte einge-

[1]) D. p. J. 1878, **227**, 31 m. Abb., 360 m. Abb.; 1880, **236**, 465 m. Abb.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 400; Ergänzungsband 4, S. 43. — Die Knopffabrikation. Von R. Isensee. Weimar 1862. (255. Bd. des Neuen Schauplatzes).

legt ist, wenn die Knöpfe verziert ausfallen sollen. Bei einigen werden die Öhre mit gegossen, bei anderen aus Draht gemacht und nach dem Gusse angelötet. Die stark gewölbten (halbkugelförmigen) Zinnknöpfe sind hohl und bestehen aus einem schalenförmigen Oberboden und einem flachen Unterboden, welche man abgesondert giesst und zusammenlötet, worauf der Rand beschnitten und der Knopf auf der Drehbank abgedreht wird. Plattierte Zinnknöpfe heissen solche, welche mit einem feinen Blättchen geschlagenen Silbers (S. 200) überzogen sind. Man legt das Blattsilber in die Giessform, wo es sich fest an das nachher eingegossene Zinn anhängt. — Knöpfe aus gelben oder weissen schwerflüssigen Metallmischungen werden in Sandformen gegossen, dann abgedreht, oft auch gerändelt oder mit Punzen verziert, kalt oder auf nassem Wege vergoldet (S. 424, 425) oder versilbert (S. 431, 432), oder mit Zinn weissgesotten (S. 410). Die Öhre bestehen entweder aus der Metallmasse des Knopfes selbst und werden als Läppchen mit daran gegossen, welche man nachher durchbohrt; oder sie sind von Eisendraht mit einem einfachen kammähnlichen Werkzeuge gebogen, und man legt sie beim Einformen dergestalt in den Sand, dass ihre Enden von dem eingegossenen Metalle umflossen, also in demselben befestigt werden.

2) Blechknöpfe sind von zweierlei Art: volle und hohle. Erstere bestehen aus einer einfachen Metallscheibe mit daran befindlichem Öhre (oder in dessen Ermangelung mit drei, vier kleinen Löchern zum Annähen); die Hohlknöpfe sind aus zwei am Rande miteinander verbundenen Scheiben zusammengesetzt, von welchen die obere (der Oberboden, die Oberplatte) mehr oder weniger gewölbt, die untere, mit dem Öhre versehene (Unterboden, Unterplatte) fast oder völlig flach ist.

a. Volle Blechknöpfe sind meist flach. Die Platten zu denselben werden aus Streifen (Zainen) von Kupfer-, Messing- oder Tombakblech mittels des Durchschnittes gleich den Münzplatten (S. 524) geschnitten, dann in der Rollbank durch Rollen zwischen zwei rund ausgefurchten Eisen von dem beim Ausschneiden entstandenen Grate befreit und am Rande abgerundet.

Die Rollbank besteht aus einem bankförmigen Gestelle, auf welchem sich zwei senkrechte von obenher gabelförmig eingeschnittene Stützen in einiger Entfernung voneinander erheben. In den Einschnitten dieser Stützen wird von einem Arbeiter mit der Hand ein durch Blei beschwerter Balken wagerecht hin- und hergezogen, welcher auf zwei in jenen Einschnitten befindlichen Rollen läuft. Auf der oberen Fläche der Bank steht eine stählerne Schiene, deren Kante mit einer Längenfurche versehen ist; eine zweite solche Schiene ist auf der unteren Fläche des beweglichen Balkens angebracht. Die Furchen in den Schienen stehen einander gegenüber und sind gerade so breit, dass eine Knopfplatte hineingestellt werden kann. Durch die Bewegung des Balkens wird jede Knopfplatte ein- oder zweimal zwischen den Schienen hin- und hergerollt, was zum Niederdrücken des Grates hinreicht. Die ganze Verrichtung hat, wie man sieht, die grösste Ähnlichkeit mit dem Rändeln der Münzen (S. 527); und in der That kann ein Rändelwerk mit glatt ausgefurchten Eisen die Stelle der Rollbank vertreten.

Die gerollten Platten werden im Fallwerke oder unter einem Prägstocke zwischen zwei stählernen Stempeln geprägt. Der eine Stempel ist glatt oder mit Gravierung versehen, je nachdem die obere Seite der Knöpfe glatt oder verziert sein soll; der andere erzeugt auf der unteren Fläche der Platten die Aufschrift (Fabrik-Firma u. s. w.) und im Mittelpunkte eine kleine seichte Vertiefung, in welche nachher das Öhr gesetzt wird.

Die Öhre sind gewöhnlich von Kupfer-, auch wohl von Tombak- oder Messingdraht (dem man zweckmässig statt des runden einen ovalen Querschnitt giebt), und werden mittels einer kleinen Maschine verfertigt, die ein Arbeiter

durch Drehen einer Kurbel in Bewegung setzt.[1]) Ein Ring Draht ist neben dieser Maschine auf einen Haspel gelegt, von wo der Anfang des Drahtes zwischen zwei schmale stählerne Walzen geleitet wird. Diese führen ihn in wagerechter Richtung zwischen sich durch und vor eine Rinne, in welche er von einem stählernen Zapfen oder Dorne wie in ein Gesenk hineingebogen wird, nachdem ein Messer ihn in der zu einem Öhre erforderlichen Länge abgeschnitten hat. Der Draht hat in diesem Augenblicke die Gestalt eines U mit halbkreisförmiger Biegung am mittleren Teile. Die beiden geraden Schenkel werden hierauf durch zwei einander sich nähernde Backen zusammengepresst, wodurch das Öhr um den Dorn sich schliesst und denselben ganz umgiebt. Während noch die Backen das Öhr festhalten, schneidet ein von unten kommendes Messer die Enden desselben gerade und gleichlang ab; und endlich streift eine Gabel, nachdem die Backen sich wieder geöffnet haben, das Ohr von dem Dorne herab, welches nach unten fällt. In dem Augenblicke, wo der durch die Walzen eingeführte Draht abgeschnitten wurde und die Biegung desselben begann, wurde die obere Walze durch eine geringe Hebung von der unteren entfernt; daher stand der Draht still; er fängt erst wieder an, in der Maschine vorwärts zu gehen, wenn die obere Walze wieder mit der unteren in Berührung kommt, was gerade im Augenblicke der Vollendung eines Öhres der Fall ist. Die schon beschriebenen Vorgänge wiederholen sich nun mit einem neuen Stücke des Drahtes, aus dem abermals ein Öhr gebildet wird. Jede Umdrehung der Kurbel erzeugt ein Öhr, und da die Maschine leicht so eingerichtet werden kann, dass sie doppelt wirkt, so erhält man in jeder Minute mit 75 bis 80 Umdrehungen 150 bis 160 (in der Stunde mindestens 9000) Öhre.

Wo keine solche **Öhrmaschine** zu Gebote steht, muss man sich einfacherer aber weniger schnell wirkender Hilfsmittel bedienen, von welchen das folgende eins der besten ist: Man windet den zu den Öhren bestimmten Tombakdraht in einer Schraubenlinie mit dicht aneinander geschlossenen Gängen um einen eisernen oder stählernen flachen Stab (**Dorn**) von etwa 22 bis 25 *cm* Länge, 1 *cm* Breite, 4 *mm* Dicke, der auf den langen schmalen Seiten abgerundet ist, und erhält auf diese Weise eine 22 bis 23 *cm* lange Röhre, welche vom Dorne abgezogen wird. Durch das Innere dieser Röhre steckt man sodann zwei Eisendrähte von 27 *cm* Länge, 3 *mm* Dicke, welche durch zwei an ihren Enden aufgeschobene Messingklötzchen gleichlaufend zu einander, in einem lichten Abstande von 6 *mm* vereinigt und festgehalten werden. Dann hämmert oder presst man in den Zwischenraum der beiden Drähte die Windungen von beiden Seiten dergestalt hinein, dass sie sich innerlich berühren, und schneidet hier das Ganze der Länge nach in zwei Teile. Das erwähnte Einpressen und Durchschneiden geschieht mittels eigentümlich gestalteter Stempel in einer Schraubenpresse. Jeder Teil bildet nun eine Reihe auf einem Drahte steckender Öhre, deren Schnitt-Enden man mittels einer Zange so zurechtbiegt, dass sie aus der Schraubenlinie in eine gemeinschaftliche Ebene versetzt werden. Zuletzt feilt man diese Enden (unter Einspannung des mit Öhren besetzten Drahtes in einer zweckmässig beschaffenen Kluppe) flach ab, denn jedes einzelne Öhr muss eine so ebene Fussfläche haben, dass es frei hingestellt gut und aufrecht steht.

Die Befestigung der Öhre auf den Knopfplatten geschieht durch Löten mit Messing-Schlaglot. Man stellt auf jede Platte ein Öhr in die kleine, im Mittelpunkte angebrachte Vertiefung (S. 536), welche dazu dient, den richtigen Ort für das Öhr zu bestimmen und das Lot zusammenzuhalten, klemmt Öhr und Platte durch eine kleine Klammer von starkem Eisendrahte zusammen, deren plattgeschlagene Enden man in Lehmbrei taucht, damit sie nicht abgleiten (das **Aufklammern**), giebt an den Fuss des Öhres ein wenig Lot, welches mit Borax und Wasser angemacht ist (S. 363), setzt eine Anzahl Knöpfe auf ein Eisenblech und bringt sie so in den **Lötofen**, wo sie bis zum Schmelzen des Lotes erhitzt werden. Dieser Ofen ist entweder als Flammofen gebaut oder so eingerichtet, dass die Erhitzung von unten, durch — auf einem Roste brennendes — Kohlenfeuer stattfindet.

[1]) Unvollkommene Skizze: D. p. J. 1838, **69**, 22.

Nach dem Löten werden die Knöpfe in verdünnter Schwefelsäure oder Salpetersäure abgebeizt und im Feuer vergoldet (selten versilbert), wobei man das Abrauchen in einer Pfanne vornimmt (S. 421). Die glatten Knöpfe, welche einen hohen Glanz erhalten müssen, werden zwischen polierten stählernen Stempeln im Fallwerke glattgepresst (wobei der Unterstempel eine Vertiefung für das Öhr enthalten muss), und zuletzt mit dem in Bier getauchten Blutsteine auf der Drehbank poliert. Zu letzterem Zwecke wird der Drehbankspindel ein hölzernes Futter vorgeschraubt, welches auf seiner vorderen Fläche eine seichte kreisförmige Vertiefung für die Knopfplatte und im Mittelpunkte ein Loch zur Aufnahme des Öhres besitzt. Der Arbeiter legt den Knopf erst mit der einen, dann mit der anderen Fläche in die Vertiefung, hält ihn hier mit den Fingern der linken Hand und drückt mit der rechten den Blutstein an.

Irisknöpfe. Unter diesem Namen waren eine Zeitlang vergoldete flache Knöpfe im Handel, welche prachtvolle Regenbogenfarben zeigten. Diese sehr schöne aber nicht dauerhafte (bei geringer Abnutzung verschwindende) Verzierung wurde dadurch erzeugt, dass man zu allererst die Knöpfe mit einem glatten fein polierten stählernen Stempel prägte, dessen Fläche in lauter kleine Dreiecke geteilt war und in diesen eine äusserst feine, nach verschiedenen Richtungen gelegte, mittels einer Maschine und einer Diamantspitze verfertigte Schraffierung enthielt. Diese Schraffierung druckte sich ungeachtet ihrer Zartheit vollständig auf der Knopffläche ab und bewirkte das Farbenspiel.

Runde (d. h. nach Gestalt eines niedrigen Kugelabschnittes gestaltete) Knöpfe werden wie die flachen verfertigt, nur dass man die Blechscheiben vor dem Anlöten der Öhre zwischen Stanze und Stempel, unter dem Fallwerk oder dem Prägstocke, seicht schalenartig auftieft.

Volle Blechknöpfe ohne Öhr (wie die Hosenträgerknöpfe, Beinkleiderknöpfe)[1]) sind runde aus Blech geschnittene Scheiben, welche man mittels eines Durchschnittes auf einen einzigen Stoss mit den zum Annähen dienenden vier Löchern versieht, hierauf durch Prägen zwischen zwei Stempeln sowohl mit der Fabrikaufschrift ausstattet, als in der Mitte schälchenartig auftieft (damit der durchlöcherte Teil unterhalb eine Hervorragung bildet). Sie werden gelbgebrannt, wohl auch (vor dem Prägen) auf nassem Wege versilbert, aber nicht poliert.

b. Hohle Blechknöpfe. Dazu gehören die mit Wappen, Nummern, Buchstaben u. s. w. geprägten Uniformknöpfe, ferner die in neuerer Zeit sehr gebräuchlichen, in der Regel verschiedenartig erhaben verzierten (selten ganz glatten) Modeknöpfe von rundlich erhabener Gestalt, und verschiedene Arten Beinkleiderknöpfe.

Bei den Uniformknöpfen ist der hohle Raum zwischen dem Oberboden und dem flachen Unterboden mit einem Kitt aus Pech und Ziegelmehl ausgefüllt. Der Unterboden, an dem das Öhr sitzt, besteht aus Holz oder aus Metall. Die hölzernen Unterböden sind gedrechselte Scheiben mit einem Loche in der Mitte, durch welches man die Schenkel des Öhres schiebt, um sie hinterwärts mit dem Hammer umzuklopfen, wodurch das Öhr seine Befestigung erlangt. Die metallenen Unterböden werden mit dem Durchschnitte aus Blech geschnitten, durch Prägen mit der Aufschrift versehen und durch Löten mit den Öhren vereinigt. Die schalenartigen Oberböden können, wenn sie nicht sehr tief sind, ihre Höhlung gleich beim Durchschneiden erhalten (wie die Köpfe der Tapeziernägel, S. 460); sonst aber werden sie aus Blechscheibchen zwischen einem vertieften stählernen Oberstempel und einem gewölbten kupfernen Unterstempel gestanzt und dann im Durchschnitte von dem überflüssigen Rande befreit. Man giebt die nötige Menge geschmolzenen Kittes hinein, setzt den Unterboden auf und bringt den ganzen Knopf in eine andere Stanze, wo er (das Öhr nach oben) auf den Unterstempel gelegt wird und der herabgehende ausgehöhlte

---

[1]) D. p. J. 1843, 89, 412.

Oberstempel den Rand des Oberbodens über den Unterboden umlegt und andrückt, sodass die Vereinigung ganz fest ist. Auf diese Weise verfährt man bei Knöpfen, welche glatt sind und nicht vergoldet werden. Die Oberböden zu den feineren und mit Wappen, Buchstaben u. s. w. verzierten Knöpfen werden wie die vorigen hohlgeprägt und beschnitten, dann aber vergoldet, zwischen einem gravierten vertieften stählernen und einem gewölbten kupfernen Stempel mit den Verzierungen versehen, mit Kitt gefüllt und mit dem metallenen Unterboden vereinigt. Um letzteren zu befestigen, bringt man den Knopf mit der Öhrseite auf ein hölzernes Futter in der Drehbank, setzt gegen die andere Fläche den Reitnagel, vor dessen Spitze man ein mit Leder beleimtes Messingstück legt, damit der Knopf nicht beschädigt wird, und legt durch Anhalten eines Polierstahles den Rand des Oberbodens auf den Unterboden um.

Auf die soeben beschriebene Weise in der Drehbank, oder auf die oben angegebene Art durch Stanzen, wurden sonst auch wohl gewöhnliche flache, aus Kupferblech verfertigte Knöpfe mit dünnen Blättchen von gold- oder silberplattiertem Kupfer überlegt, wobei dieser Überzug dicht und ohne Zwischenmittel (Kitt) an die Knopffläche sich anschliesst. Ebenso macht man Hosenträgerknöpfe (s. oben) von Zinkblech und überkleidet sie auf der rechten (vertieften) Seite mit einem über den Rand nach der Rückseite herumgelegten sehr dünnen Messing- oder Neusilberbleche.

Die jetzt meist, namentlich für Modeknöpfe, übliche Verfertigungsart weicht von der vorstehenden in mehreren Punkten ab: zuerst darin, dass man den Oberboden aus sehr dünnem gold- oder silberplattierten Kupferbleche macht, wodurch die Vergoldung (oder Versilberung) wegfällt; ferner dadurch, dass dieser Oberboden — da er bei seiner geringen Stärke für sich nicht steif genug sein würde, um dem Eindrücken zu widerstehen — eine Einlage von Zinkblech erhält; endlich durch das Weglassen der Kittfüllung, an deren Stelle eine zwischen das Zink und den metallenen Unterboden eingebrachte — ein- oder mehrfache — Pappscheibe tritt. Zuweilen wird die Pappeinlage weggelassen; dagegen muss bei kleinen Knöpfen nicht selten diese allein dem Oberboden zur Stütze dienen, während man sich die Zinkeinlage erspart; oder man lässt Pappe und Zink weg, muss aber dann den Oberboden aus so starkem Bleche bilden, dass er ohne alle innere Stütze gegen Eindrücken geschützt ist.

Der Gang der Verfertigung ist folgender: Zur Herstellung der Oberböden werden aus gold- oder silberplattiertem Kupferbleche von der Dicke eines Schreibpapierblattes kreisrunde Scheiben mittels des Durchschnittes ausgeschnitten; diese dann zwischen Stanzen dergestalt aufgetieft, dass sie Schälchen mit etwa 3 *mm* hohem senkrecht emporstehenden Rande und auswärts gewölbtem Boden darstellen, und äusserlich mit dem Blutsteine in der Drehbank poliert, wozu man sie auf ein angemessen gewölbtes hölzernes Futter steckt. Die Zinkeinlagen werden aus Blech von Spielkarten-Dicke und in solcher Grösse angefertigt, dass sie den Boden eines der erwähnten Schälchen bedecken; sie erhalten beim Ausschneiden selbst gleich die ihnen nötige sanfte Wölbung, vermöge der gewölbten Endfläche des Stempels in dem Durchschnitt. Man legt nun in jeden Oberboden eine solche Zinkscheibe und verbindet beide miteinander durch Stanzen, wobei durch eine gravierte stählerne Stanze und einen kupfernen Gegenstempel das beliebige Muster auf der Fläche hervorgebracht wird. Die Unterböden sind Scheiben von dünnem Tombakbleche, welche gleich den unter ihnen einzulegenden Pappscheiben im Durchschnitte verfertigt werden. Im Fallwerke wird auf jeden Unterboden die Fabrikfirma und im Mittelpunkte ein seichtes Grübchen zur Bezeichnung des Ortes für das Öhr aufgeprägt. Dann lötet man die Öhre an (S. 537), beizt die Unterböden ab, giebt ihnen durch Stanzen eine nach der Öhrseite hervorragende sanfte Wölbung, versilbert sie auf nassem Wege (S. 432) und poliert sie auf der äusseren (gewölbten) Fläche in der Drehbank mittels des Blutsteines bis so nahe an das Öhr als möglich. Schliesslich wird die Pappeinlage in den Oberboden (auf das schon darin befindliche Zinkblech) gebracht, der Unterboden daraufgesetzt und der aufstehende Rand des Oberbodens über den Umkreis des Unterbodens fest anschliessend umgelegt, wozu

man sich eines Prägstockes oder der Drehbank und des Polierstahles bedient (S. 539).

Die hohlen Beinkleiderknöpfe sind aus Ober- und Unterboden (von dünnem Tombakblech) zusammengesetzt, und haben statt des Öhres zum Annähen zwei längliche Löcher oder eine einzige grössere kreisrunde (mittels einer Barchenteinlage verschlossene) Öffnung.

Den hohlen Blechknöpfen verwandt sind die (an Stelle der aus freier Hand übersponnenen Knöpfe und überzogenen Knöpfe, getretenen) überzogenen Maschinen-Knöpfe (auch wohl Florentiner Knöpfe genannt)[1]), welche aus einer mit Tuch, Wollenstoff oder Seidenzeug überkleideten Blechscheibe bestehen und bei welchen man das Öhr oft aus dem mittleren Teile des Unterbodens selbst bildet, sodass dessen abgesonderte Verfertigung nebst dem Anlöten erspart wird; die aber noch häufiger gar kein Öhr haben, sondern mittels eines aus ihrem Innern beutelförmig hervorstehenden Stückchens Baumwollzeug angenäht werden. Hieran schliessen sich ferner die Hemdknöpfe, welche aus einem beiderseitig mit Leinwand oder Kattun überkleideten Blechscheibchen bestehen und in letzterem behufs des Annähens entweder zwei kleine offene Löcher oder ein grösseres von der Leinwand bedecktes Mittelloch enthalten. Sparsamer verfertigt man dieselben aus einem Ringelchen von dünnem Weissblech, dessen umgekrempte Ränder den aus zwei Zeugscheiben gebildeten Überzug festhalten. Die Versuche, überzogene Knöpfe von Grund aus durch eine einzige selbstthätige Maschine zu verfertigen[2]), scheinen keinen Erfolg gehabt zu haben.

Zur Verpackung werden die mit Öhren versehenen Knöpfe jeder Art auf Karten von Pappe gereiht, welche mit Löchern zum Durchstecken der Öhre versehen sind. Um die Löcher in jenen Pappen hervorzubringen, dient eine Schraubenpresse, deren Spindel auf eine mit abwärts gekehrten stählernen Spitzen besetzte Platte drückt. Die Unterlage, auf welche mehrere Blätter Pappe übereinander gelegt werden, ist mit Löchern versehen, in welche die spitzigen Stifte eintreten können, nachdem sie beim Herabschrauben der Pressspindel die Pappe durchstochen haben.

Zu den hohlen Blechknöpfen ist auch der durch Fig. 104 im Schnitt dargestellte zu rechnen, wenigstens soweit dessen Verfertigung in Frage kommt.

a bezeichnet das Kleidungsstück, an welchem der eigentliche Knopf *d* mittels der beiden runden Scheiben *b* und *c* befestigt ist.

Der Knopf *d* wird als runde Blechscheibe mittels Durchschnittes ausgeschnitten, dann durch Prägen mit etwa gewünschten Verzierungen oder Inschriften versehen, hierauf durch zweimaliges Stanzen zu einer Schale mit beutelförmigem Ansatz ungestaltet und bei der letzten Stanzung mit dem Loch versehen, welches im Boden des beutelförmigen Ansatzes sich befindet. Nachdem nunmehr — je nach Bedarf — das Werkstück ausgeglüht, blankgebeizt, vernickelt o. dgl. worden ist, wird der trommelförmige Rand entweder mittels zweimaligen Stanzens oder durch Drücken (I, 326), oder auch mittels der Siekenmaschine (S. 280) wulstförmig umgelegt. Die Anfertigung der Scheibe *c* bedarf keiner Erläuterung; die Scheibe *b* wird, nachdem sie aus Blech geschnitten ist, in ihrer Mitte durch wiederholtes Behandeln in der Ziehpresse (S. 249) zu einer Röhre ausgebildet, sodann der Boden derselben ausgestossen und die Scheibe im

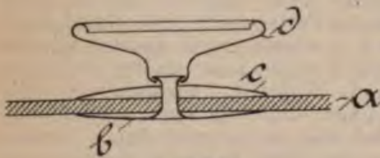


Fig. 104.

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 413; Ergänzungsbd. 4, S. 52 m. Abb. D. p. J. 1828, **27**, 434; 1834, **53**, 354; 1835, **57**, 189; 1838, **69**, 20; 1839, **71**, 212; 1843, **88**, 333; 1845, **96**, 366, **98**, 367 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1829, **34**, 8; 1831, **39**, 173 m. Abb.

ganzen ausgeglüht, abgebeizt u. s. w. Behufs Vereinigung der drei Knopfteile mit dem Kleidungsstück *a* sticht man in letzteres mittels eines Pfriemens am richtigen Ort ein Loch, schiebt die Röhre der Scheibe *b* hindurch, fügt der Reihe nach die Scheiben *c* und *d* hinzu und bördelt endlich den oberen Rand der engen Röhre. Hierzu bedient man sich eines zangen- oder leimzwingenartigen (I, 577) Werkzeugs, dessen einer Schenkel unter *b* sich legt, während der andere entsprechend zugespitzte Schenkel von oben in die Öffnung des Röhrchens greift und den Rand des letzteren umlegt.

15. Feuergewehre.[1])

Die Hauptbestandteile eines Feuergewehres sind: der Lauf, das Schloss, der Schaft. Da letzterer kein Gegenstand der Metallarbeit ist, sondern dem Büchsenschäfter anheimfällt, so wird auf ihn hier ferner keine Rücksicht genommen.

Der Lauf, Gewehrlauf, das Rohr ist eine Röhre von geschmiedetem Eisen oder Stahl mit gerader, kreisrunder, überall gleichweiter Höhlung, am hinteren Ende durch eine Schraube (Schwanzschraube) oder auf andere Weise verschlossen. Der hohle Raum desselben wird die Seele und der hinterste, die Ladung aufnehmende Teil davon der Pulversack, die Pulverkammer genannt.

Die Seele ist bei den Flinten, wie überhaupt bei den Gewehren, aus welchen Rollkugeln geschossen werden, glattwandig, bei den gezogenen Läufen der Büchsen dagegen mit 4 bis 12, oder mehr Längenfurchen, oder

---

[1]) Abhandlung über die Feuer- und Seitengewehre. Von Cav. de Beroaldo-Bianchini. 2 Bde. 4. Wien 1829. — Die Verfertigung der Handfeuerwaffen. Von Ferd. Wolf. 8. Karlsruhe 1832. — J. Schön, Geschichte der Handfeuerwaffen. 4. Dresden 1858. — Prechtl, Technolog. Encyklopädie, Bd. VI, S. 503 m. Abb. — Die Geheimnisse der englischen Gewehrfabrikation und Büchsenmacherkunst. Von W. Greener. Aus dem Englischen von C. H. Schmidt. 2. Aufl. Weimar 1842. (83. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Beiträge zur Kenntnis der Büchsenmacherkunst. Von J. Schmidt. Weimar 1843. (131. Bd. des Neuen Schauplatzes). — Die Feuerwaffen der Königl. Hannover'schen Infanterie. Nebst einem Anhange über das Zündnadel-Gewehr. Von H. W. Gündell. Hannover 1852. — Die Kriegshandfeuerwaffen. Von C. Rüstow. Berlin 1857. — Handbuch über die Kenntnis u. s. w. der Gewehre und Munition u. s. w. bei den k. k. österreichischen Linien-Infanterie-Regimentern. Von A. Dub. Wien 1852. — Ergänzungs-Waffenlehre oder die Feuerwaffen der Neuzeit. Von Jos. Schmoelzl. München 1851. — Die gezogene Muskete. Von Jervis-White Jervis. Aus d. Engl. Darmstadt 1855. — Das Pistol, dessen Teile, Behandlung und Gebrauch. Von L. Gräfe. Berlin 1859. — Neue Studien über die gezogene Feuerwaffe der Infanterie. Von W. v. Plönnies. 2 Bde. Darmstadt 1861, 1864. Ergänzungsband hierzu: Neue Hinterladungsgewehre. Darmstadt und Leipzig 1867. — Die Kriegsfeuerwaffen der Gegenwart. Von K. v. Elgger. Leipzig 1868. — Die Jagdfeuergewehre. Von Ad. Zimmer. Darmstadt und Leipzig 1869. — Kriegsfeuerwaffen. Praktische Studien u. s. w. Von C. F. Tackels. Aus dem Franz. Von Oden. Cassel 1869.

D. p. J. 1856, **139**, 321; 1871, **199**, 94, **201**, 17, 20, 96, 188; 1872, **206**, 343, 428; 1875, **216**, 145, 230; 1876, **221**, 510, **222**, 41, 125, 225, 314, 439; 1877, **223**, 55, 160, 274, 570, **224**, 39, 261, 483, **225**, 56, 255, **226**, 43, 141, 357, 493; 1878, **229**, 428, **230**, 201, 305; 1879, **231**, 135, 375, **232**, 229, **233**, 37, 121, **234**, 32, 114; 1880, **235**, 350, **237**, 38, 126, 215, 294, **238**, 132, 215; 1881, **239**, 267, **240**, 37, 103, **241**, 29, 189, 271, 447; 1882, **243**, 213, **244**, 197, **246**, 21, 183, 320; 1883, **247**, 203, **248**, 238, 412, **249**, 18, **250**, 65, 454; 1884, **251**, 185, **254**, 439, 458; 1885, **256**, 117, 311; 1888, **267**, 97, fast sämtl. m. Abb.

sogenannten **Zügen** versehen, welche bezwecken, dem Geschoss eine Drehbewegung zu geben. Diese Züge sind entweder genau schraubenförmig (**Rosenzüge**) und zwar so, dass auf 1 *m* Länge etwa eine Windung entfällt, oder ihr Drall nimmt allmählich zu (**Spiralzüge**), sodass die Drehbewegung des Geschosses im Lauf eine beschleunigte ist.

Die Länge des Laufes beträgt bei den eigentlichen Schiessgewehren 65 bis 110 *cm*, während sie bei Pistolen oft 10 *cm* nicht überschreitet. Das **Kaliber** (die Weite) des Laufs misst 18 *mm* bis herab zu 8 *mm* und ist bei Taschenpistolen noch kleiner. Man wählt die Wandstärke des Laufs am hinteren Ende — da, wo das Pulver entzündet wird, also die grösste Spannung eintritt — grösser als an der vorderen Mündung; dort beträgt sie für glatte Läufe hinten bis 7 oder 10 *mm*, an der vorderen Mündung $1^1/_2$ *mm* bis $2^1/_2$ *mm*, für gezogene Läufe 1 bis 6 *mm* mehr.

Das **Schloss**, **Gewehrschloss**, **Flintenschloss** ist eine, in der Regel zur Seite des Laufes angebrachte Vorrichtung, um Feuer zu erzeugen, welches augenblicklich durch das Zündloch auf die Ladung des Gewehres fortgepflanzt wird. Um dieser Bestimmung zu genügen, muss aussen vor dem Zündloche eine kleine Menge eines leichtentzündlichen Stoffes angebracht sein (das **Zündkraut**), welcher aus gewöhnlichem Schiesspulver oder aus einer durch Schlag entzündlichen Mischung besteht. Es kann aber — und das bildet zur Zeit die Regel — der Zündstoff im hinteren Ende der Patrone angebracht sein, sodass das Zündloch hinwegfällt, wofür ein Schlagstift oder eine Nadel vom Schloss bis zum Zündstoff führt, um die Entzündung herbeizuführen. Bei den — jetzt bei weitem überwiegenden — Hinterladungsgewehren oder **Hinterladern** ist mit dem Schloss die Verschlusseinrichtung des Laufes verbunden und bei den schnellfeuernden Gewehren fällt dem Schloss oft die Aufgabe zu, sowohl das von der Patrone Übrigbleibende zu beseitigen, als auch eine neue Patrone aus einem Speicher (Magazin) zu entnehmen und dem Lauf zuzuführen. Demgemäss sind die Gewehrschlösser nicht allein äusserst mannigfaltig, sondern auch oft sehr verwickelt eingerichtet.

Verfertigung der Gewehrläufe. — Das zu den Läufen bestimmte, möglichst weiche, zähe und reine Eisen wird in Stäben von 5 bis 8 *cm* Breite und 2,5 *cm* Dicke angewendet. Man zerhaut dieselben in Stücke von etwa 60 *cm* Länge, deren jedes beim nachfolgenden Ausschmieden unter dem Reckhammer zwei **Platinen**, **Laufplatten** oder **Büchsenbrände** giebt. Unter diesem Namen versteht man Schienen fast von der Länge eines Laufes, welche an einem Ende etwas breiter und dicker sind, als am anderen. Jede solche Platte (welche nahe $2^1/_2$ mal so schwer sein muss, als der fertige Lauf nach der Vorschrift ausfallen soll) wird in einer einzigen Hitze fertig gemacht, wozu zwei Arbeiter, höchstens 5 Minuten Zeit und gegen 750 Schläge des 15 *cm* hoch gehobenen, mit einer 4 *cm* breiten Bahn versehenen Hammers von 75 *kg* Gewicht erfordert werden. Das Stabeisen erleidet bei der Verwandlung in Platten einen Abgang von 3 bis 4 %. Aus der Platte entsteht ein Lauf durch Zusammenbiegen (**Rollen**) über einem eisernen Dorn und nachheriges Schweissen im Rundgesenke, wobei sich der Lauf zugleich um etwas verlängert.

Man bedient sich hierzu an einigen Orten der Handhämmer, an anderen leichter Maschinenhämmer. Im ersteren Falle führt der Schmied einen Hammer von 1,25 bis 1,75 *kg*, der Zuschläger einen von 3 bis 4 *kg*. Im zweiten Falle geschieht das Rollen mittels eines **Streckhammers**, der, sowie sein Amboss, eine schmale und flache Bahn besitzt; das Schweissen hingegen unter dem 25 *kg* schweren **Rohrhammer**, bei welchem die Hammer- und die Amboss-Bahn mit einer halbrunden Rinne (als Ober- und Unterteil des Gesenkes) versehen sind.

Der Dorn, auf welchem das Rohr beim Schweissen steckt, ist von Stahl, und nicht so lang wie der Lauf, weil man ihn zuerst von dem einen, dann vom anderen Ende her einsteckt. Die Ränder des Rohres werden beim Rollen entweder nur genau aneinandergestossen, oder (nachdem sie beim Schmieden der Platten etwas zugeschärft sind) etwa 12 *mm* breit übereinander gelegt.

Bei der Handarbeit rollen ein Schmied und sein Zuschläger den Lauf in drei Hitzen, und schweissen ihn dann dergestalt in Strecken von ungefähr 5 *cm* Länge, dass auf jeden solchen Teil drei Hitzen gegeben werden, einschliesslich derjenigen, in welcher der Lauf glattgehämmert (passiert) wird. Der Lauf erhält im ganzen während des Schweissens und Passierens 60 bis 75 Hitzen, wobei der Eisenabgang durchschnittlich 26% vom Gewichte der Platten beträgt. Ein Schmied mit seinem Gesellen rollt und schweisst in 10 Stunden entweder 8 Flinten-, oder 6 Karabiner- oder 9 Pistolenläufe. Unter dem Maschinenhammer erzeugen die nämlichen Arbeiter ungefähr dreimal so viel; aber man hat die richtige Behandlung des Eisens weniger in seiner Gewalt. Das Rollen erfordert zwei Hitzen; das Schweissen, welches auch hier in Abteilungen von 5 *cm* Länge geschieht, für jede solche Abteilung nur eine oder höchstens zwei Hitzen, sodass ein Flintenlauf nur etwa 24 Schweisshitzen und auf jede derselben 24 bis 32 Hammerschläge (im ganzen also etwa 600 bis 700 Schläge) nötig hat. In zwei Schmiedefeuern, mit zwei Schweissern und einem Gehilfen (Dornstecker) können in 10 Stunden leicht 13 oder 14 Läufe geschmiedet werden. — Mit bedeutender Zeitersparnis werden die Platinen durch Walzen (statt Schmiedens) dargestellt, wobei man die Eisenschienen so einführt, dass ihre Länge gleichlaufend zu den Walzenachsen ist, und die Walzen an einem Ende etwas näher zusammenstellt, als am andern, um die Verjüngung in der Dicke der Platinen zu erreichen.

Statt wie vorstehend beschrieben das Schweissen erst nach dem Ausstrecken des Eisens zur fast völligen Lauflänge vorzunehmen, verfährt man oft — und allem Anscheine nach zweckmässiger — umgekehrt; d. h. es wird eine Schiene von 45 *cm* Länge, 5 *cm* Breite, 12 *mm* Dicke sofort an einem Ende weissglühend gemacht und auf halbe Länge über einem etwas verjüngten Dorn gebogen und geschweisst, dann ebenso mit der andern Hälfte vorgegangen, und zuletzt das unförmliche Rohr im zweiteiligen Rundgesenke gestreckt.

Die Verfertigung der Läufe durch Rollen und Schweissen war sonst allgemein gebräuchlich; gegenwärtig wendet man nicht selten unter Walzen geschweisste Rohre (S. 255) an, wozu man oft Platinen gebraucht, welche zu $^3/_4$ der Dicke aus Stahl, zu $^1/_4$ aus — mit dem Stahl durch Schweissung verbundenem — Eisen bestehen. Das Rollen wird in diesem Falle so vorgenommen, dass das Eisen sich aussen befindet. An dem Walzwerke, unter welchem die Läufe ihre Vollendung erhalten, sind die Furchen (Kaliber) der Walzen so gestaltet, dass im Äussern des Laufes die erforderliche Verjüngung entsteht.

Man fertigt auch Gewehrläufe aus gewalztem Stahl (seltener Schmiedeisen), indem man die in Lauflänge zerschnittenen Stäbe der Länge nach mittels eines Kanonenbohrers (I, 404) auf die Kaliberweite durchbohrt, oder kürzere, dickere Stäbe durch Bohren mit einem etwas weiteren Loch versieht und hierauf entsprechend ausstreckt.

Eine Maschinenanordnung ist angegeben worden, um aus vollem Stahl Läufe zu bohren, dieselben dann durch Ziehen mittels Wasserdruck-Presse, dicker Zieheisen und eines kurzen festliegenden Dornes zu strecken, unter einem Walzwerke vorerwähnter Art verjüngt zu bilden, endlich mit Hilfe eines hindurchgezogenen kurzen Dornes geradezurichten.[1]) Gussstahlläufe haben, verglichen mit eisernen, die grössere Härte (also geringere Abnutzung), die Reinheit von Schiefern und Aschenflecken, die grössere Festigkeit, Dichtigkeit und Politurfähigkeit voraus.

Anders geartete Läufe sind:

a. Gedrehte Läufe. Sie sind auf gewöhnliche Weise aus Platten gerollt

[1]) D. p. J. 1864, **171**, 28 m. Abb.

und geschweisst, aber bei jeder Schweisshitze in den Schraubstock gespannt und zusammengedreht, wodurch die Schweissnaht und die Fasern des Eisens eine Schraubengestalt annehmen (eine halbe Windung oder etwas mehr auf der ganzen Länge des Laufes). Die Läufe sollen hierdurch an Widerstandsfähigkeit gegen das Zerspringen gewinnen.

b. Gewundene Läufe, Bandläufe. Über ein dünnes, wie gewöhnlich geschweisstes Rohr (Futterrohr, Hülse) wird ein flacher Eisenstab von 12 bis 20 *mm* Breite schraubenartig gewunden und unter fleissigem Stauchen (um die Windungen einander zu nähern) geschweisst. Beim Ausbohren dieser Läufe wird die Hülse ganz wieder weggeschafft. Der Vorteil ist hier der nämliche wie bei den gedrehten Läufen, nur in noch höherem Masse, weil nicht wie dort die Eisenfasern eine gezwungene Lage erhalten, welche ihrer Festigkeit Nachteil bringen kann.

Oft wird das Band unmittelbar über einem Dorn, also ohne Hülse gewunden. Man macht es gewöhnlich aus zwei oder drei Schmiedeisen-Arten, wovon 24 Platten oder Schienen (der Packen wiegt anfangs wohl 20 *kg*) in abwechselnder Reihe aufeinandergelegt und zusammengeschweisst werden, worauf man das Ganze mit höchster Vorsicht ausstreckt (damit die Schichten gerade und gleichlaufend bleiben) und das Band so um den Dorn wickelt, dass die Schichten auf der Kante stehen. Solche Rohre zeigen, mit schwacher Säure gebeizt, eine Art Damaszierung, aus lauter gleichlaufenden Schraubenlinien von heller und dunkler Farbe bestehend. — Für die Erzeugung im grossen ist es gebräuchlich, die aus Schichten oder Lagen geschweisste Schiene breit auszuwalzen und zum Gebrauch in mehrere Streifen mittels eines Schneidwerkes (S. 184) zu zerteilen. Ein empfehlenswertes aber kostspieligeres Verfahren besteht darin, den Lauf aus zwei nebeneinander um den Dorn gewickelten dreikantigen Bändern zu bilden, von welchen das eine seine Kante nach aussen, das andere dieselbe nach innen kehrt, sodass beide gegenseitig sich zur vierseitigen Gestalt ergänzen.[1] Die Schweissfugen gehen hiernach schräg durch die Wanddicke hindurch und sind folglich breiter als sonst, was eine festere Verbindung zur Folge hat.

c. Damaszierte Läufe. Bandläufe, wozu die Bänder aus hartem und weichem Eisen (auch wohl aus Eisen und Stahl) zusammengesetzt, durch Schweissen, Ausstrecken, Drehen und Plattschlagen vorbereitet sind (S. 40). Je feiner der Damast werden soll, desto dünner muss das gedrehte Band sein, daher können dicke Läufe (Büchsenläufe) dieser Art nur mit einer Hülse gemacht werden. Der Rohstoffaufwand zu diesen Läufen ist sehr gross wegen des höchst beträchtlichen Abbrandes bei den vielen Schweissungen: ein Lauf, der ganz fertig 1 bis 1,5 *kg* wiegt, erfordert zuweilen 50 *kg* an rohem Stabeisen.

d. Drahtläufe. Ein dünner Lauf wird mit etwas starkem Eisendrahte dicht und in vielfachen Lagen übereinander regelmässig bewickelt (sodass das Ganze wohl Armsdicke hat), dann geschweisst und gestreckt. Das Futterrohr wird ausgebohrt.

Die Drahtläufe sind nach dem Beizen den Bandläufen im gestreiften Ansehen ähnlich, und gewähren nicht nur gleich jenen eine der Festigkeit sehr günstige Lage der Eisenfasern, sondern auch den Vorteil, dass der Rohstoff (Draht) an sich schon grössere Zähigkeit besitzt, als geschmiedetes Eisen.

Die Läufe erlangen durch das Schmieden weder eine genaue Rundung noch die erforderliche Glätte im Innern. Sie werden deshalb — nachdem sie durch Glühen in Holzkohlenfeuer, Weich-Einsetzen, gleichmässig weichgemacht sind — auf der Flinten-Bohrmaschine, Bohrbank[2]) ausgebohrt. Auf dieser Maschine wird der Lauf liegend auf einem eisernen Schieber (Schlitten) befestigt und samt diesem von einem Arbeiter

[1]) D. p. J. 1855, **138**, 18.
[2]) Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, von J. A. Hülsse, II, 492.

durch den Druck auf einen Hebel (das sog. Krummeisen) dem Bohrer entgegengeführt.

Letzterer wird durch Maschinenkraft mittels vorgelegten Räderwerkes umgedreht und macht 150 bis 180, bei manchen Bohrbänken bis 330 Umläufe in einer Minute, durch welche Schnelligkeit der Gewehrlauf sich so erhitzt, dass er fleissig mit Wasser begossen werden muss. Eine Bohrbank erfordert etwa 0,66 Pferdestärken zur Bewegung. Die Bohrer, welche beim Gebrauch mit Öl oder Talg geschmiert werden, haben die Gestalt vierkantiger, 45 *cm* langer Reibahlen, welche an einen runden eisernen Stiel geschweisst sind; 5 bis 10 Bohrer (und selbst noch mehr) von stufenweise zunehmender Dicke wendet man nacheinander an, um die Seele der Läufe allmählich auf die richtige Weite zu bringen. Für kurze (Pistolen-) Läufe richtet man wohl die Bohrmaschine so ein, dass der Lauf sich umdreht, der Bohrer nur gerade vorrückt.

Man unterscheidet unter dem Schwarzbohren (Rauhbohren) und Weissbohren (Polieren). Bei ersterem bohrt man von beiden Enden des Laufes nach der Mitte zu, um die Anhäufung der Bohrspäne zu vermindern; beim Weissbohren, durch welches die Arbeit beendigt wird, lässt man die Bohrer viel weniger stark angreifen und bohrt vom hinteren Ende an durch die ganze Länge hindurch, legt auch längs des Bohrers (richtiger der Reibahle) ein halbrundes Holz (Polierspan) in den Lauf, welches mit seiner ebenen Fläche eine Fläche des Bohrers, mit seiner gewölbten Seite die Wand des Laufes berührt, und zwei von den vier Kanten des Bohrers zu schneiden verhindert, sodass dieser überhaupt sanfter angreift. Diese Beilage (Polierspan) gestattet insbesondere, mit ein und derselben Reibahle die Bohrweite stufenweise zu vergrössern, indem man nacheinander dickere Beilagen anwendet (I, 408).

Beim Rauhbohren wird in manchen Fabriken nur anfangs Wasser angewendet, in welchem Rohr und Bohrer liegen; es zerfällt dann in zwei Abschnitte: das Nassbohren, womit man beginnt, und das darauf folgende Trockenbohren, welches dem Polieren oder Weissbohren unmittelbar vorausgeht; letzteres geschieht stets ohne Wasser. Die zum Weissbohren gebrauchten Bohrer müssen völlig tadellos sein, weil sie sonst Reifen (Bohrringe) erzeugen, welche der Glätte der Seele nachteilig sind. Man erkennt, dass die Bohrung ihren erforderlichen Durchmesser hat, daran, dass ein stählerner gehärteter, einige Centimeter langer Kaliber-Cylinder leicht und ohne bemerkbaren Spielraum sich in den Lauf schieben lässt. Indem man einen solchen Cylinder langsam durch den Lauf hindurchgleiten lässt, bemerkt man auch, ob etwa stellenweise die Seele einen verschiedenen Durchmesser besitzt. Während des Bohrens besichtigt man die Läufe oft, und wenn sie sich durch die Arbeit gekrümmt haben, richtet (dressiert) man sie mittels hölzerner und eiserner Hämmer oder zwischen zwei Holzstücken im Schraubstocke. Am sorgfältigsten muss hierauf geachtet werden, wenn die Seele sich ihrer Vollendung nähert; man entdeckt dann die etwa vorhandenen Biegungen, indem man den Lauf so gegen das Licht hält, dass der Schatten eines Gegenstandes (Fensterrahmen) hineinfällt, und hindurchsieht. Zeigen sich hierbei Grübchen im Eisen, deren Wegschaffung durch das Bohren zu viel Zeit erfordern oder eine zu grosse Schwächung der Rohrwand herbeiführen würde, so treibt man an solchen Punkten mittels Punze und Hammer das Eisen ein wenig von aussen nach innen: dieses Verfahren heisst Durchrichten. Ein Arbeiter muss des Tages zehn Flintenläufe bohren (schwarzbohren) oder ebensoviele polieren (weissbohren). — In manchen Fabriken werden die Läufe nach dem Bohren noch durch Ausziehen, Auskolben, Kolben geglättet, indem man durch dieselben, der Länge nach, einen an einer Eisenstange befestigten stählernen, feilenartig gehauenen oder einen bleiernen, mit Öl und Schmirgel versehenen Kolben hin- und herzieht.

Das Äussere der Läufe wird durch Abschleifen auf grossen, von Maschinen getriebenen Sandsteinen bearbeitet.

Man verrichtet das Schleifen zum Teil schon nach Beendigung des Schwarzbohrens, und vor dem Weissbohren, weil beim Schleifen die Seele Schaden leiden

könnte, wenn sie schon ganz fertig wäre; es wird aber jedenfalls erst nach dem Weissbohren vollendet. Die Schleifsteine haben 1,8 bis 3 *m* Durchmesser, 25 bis 33 *cm* Dicke, und machen 100 bis 180 Umläufe in der Minute. Sie werden in der Regel nass gebraucht, weil das Trockenschleifen, wiewohl es schneller geht, durch den Staub der Gesundheit schädlich ist, eine weniger feine Oberfläche hervorbringt, und vermöge der (bis zum Blauanlaufen gehenden) Erhitzung ein Verziehen des Rohres zur Folge haben kann. Der Lauf wird quer auf den Stein (gleichlaufend mit dessen Achse) gelegt, und durch einen Hebel oder auf andere Weise angedrückt, wobei er sich durch die Reibung des Steines von selbst, oder mit geringer Nachhilfe des Arbeiters, um seine Achse dreht.

Der Schleifer hat seinen Platz neben (nicht vor) dem Steine, um bei etwa eintretendem Zerspringen des letzteren in Sicherheit zu sein. Von Zeit zu Zeit wird mittels des Rohrzirkels, Laufzirkels erforscht, ob rundherum an jedem einzelnen Querschnitte gleiche Eisenstärke vorhanden sei; wenn dies nicht der Fall ist, werden die dickeren Stellen vorzugsweise abgeschliffen. Die geschliffenen Läufe werden an einem Ofen getrocknet. — Auf einem neuen, noch grossen Steine schleift ein Arbeiter in 12 Stunden 30 bis 36 Flintenläufe, dagegen auf einem durch den Gebrauch schon klein gewordenen oder auch dünnen Steine nur 16 bis 18. Man erneuert deshalb die Steine, wenn sie bis auf 90 *cm* Durchmesser abgenutzt sind. Ein Stein von 2 *m* Durchmesser erfordert bei 180 Umdrehungen in der Minute 5 Pferdestärken zur Bewegung, und kann 1000 bis 1500 Läufe schleifen, ehe seine Grösse auf 90 *cm* vermindert ist.

In einigen Fabriken erspart man das Schleifen der Läufe zum Teil dadurch, dass man dieselben auf einen eisernen Dorn steckt und in einer eigens hierzu gebauten Drehbank abdreht oder — wenn sie achtkantig sind — auf Fräsmaschinen abfräst. Dieses Verfahren gewährt grössere Schnelligkeit, als das Schleifen, und zugleich den Vorteil, dass man einer ringsum gleichen Eisenstärke sicherer ist.

Nach Vollendung des Schleifens werden die Läufe abermals mittels des einfallenden Schattens geprüft und nötigenfalls gerichtet. Dann wird das hinterste Ende der Seele (sofern eine Schwanzschraube in Frage kommt) mittels eines Senkers gleichachsig mit der Bohrung erweitert, und in dieser Erweiterung mittels dreier aufeinander folgender Schraubenbohrer das Gewinde für die Schwanzschraube geschnitten. Die Schraube selbst wird in Gesenken geschmiedet, abgefeilt und durch Schneiden in einer Schraubenkluppe mit dem Gewinde versehen.

Das Ausmachen oder Zurichten der Läufe begreift das Nachschneiden (die Vollendung) des Gewindes für die Schwanzschraube, die Verfertigung des Zündloches, das Anlöten des Absehers, des Kornes, der Schaft- und Bajonett-Haften, endlich das Abziehen. — Das Zündloch wird entweder gebohrt oder durchgeschlagen. Im letzteren Falle wird erst ein kegelförmig zugespitzter Stahlstift hindurchgetrieben, dann der aussen um das Loch entstandene Aufwurf niedergehämmert, endlich das Loch durch Einschlagen eines walzenförmigen Stiftes völlig ausgebildet. Soll das Zündloch von innen her ausgesenkt werden, so geschieht dies mittels einer schmalen, in den Lauf oder die hohle Schwanzschraube einzuschiebenden Vorrichtung, an welcher ein Versenker durch mehrere kleine Räder und eine Kurbel umgedreht wird.[1]) — Der Abseher und das Korn, welche beide zum Zielen auf dem Laufe angebracht sind, werden mit Messing (bei feinen Läufen mit Silberschlaglot) angelötet. Gleiches gilt von dem Bajonett-Hafte bei Militär-Gewehren und von den Schaft-Haften; letztere sind flache Ringe, durch welche, zur Befestigung des Schaftes am Laufe, Stifte oder Schieber gesteckt werden, kommen aber nur bei Gewehren vor, welche nicht, wie die meisten Militär-Gewehre, mit aufgeschobenen messingenen oder eisernen Bändern versehen sind. — Das Abziehen der Läufe geschieht mittels der Feile der Länge nach, wobei man die Feile quer über den Lauf, ein geöltes

---

[1]) Beschr. d. Werkzeugsamml. d. Wiener polyt. Inst. Wien 1847, S. 80 m. Abb.

Holz (oder auch eine zweite Feile) unter denselben legt, Feile und Holz (oder beide Feilen) mit den Händen zusammenfasst, und nach jedem Zuge den Lauf (welcher wagerecht zwischen dem Körper des Arbeiters und einem aufrechten Pfahle gestützt ist) ein wenig dreht.

Die Läufe der Doppelgewehre (Doppelläufe) werden, nachdem sie auf die gewöhnliche Weise einzeln ausgearbeitet und vollendet sind, durch zwei oben und unten aufgelegte und durch Löten befestigte eiserne Schienen (Rippen oder Reife) vereinigt. Man bewirkt die Lötung bald durchaus mit Messing oder Silberschlaglot, bald nur auf 5 bis 10 *cm* vom Pulversacke mit Schlaglot und übrigens mit Zinn, durch zwei glühende Lötkolben, welche beim Pulversacke in die beiden Rohre gesteckt und allmählich bis zur Mündung vorgeschoben werden. Die Zinnlötung ist, ungeachtet sie weniger Festigkeit gewährt, der Lötung mit Silber oder Messing vorzuziehen, weil durch starkes Erhitzen die Läufe leicht krumm werden.

In der Schäftung liegen die beiden Läufe gewöhnlich nebeneinander, oft aber auch einer unter dem andern (Bockgewehr). Doppelgewehre mit einem glatten und einem gezogenen Laufe führen den Namen Büchsflinte.

Die Anbringung der Züge geschieht auf der Ziehbank.

Hier ist der zu ziehende Lauf liegend unbeweglich befestigt. Unweit von demselben befindet sich in gleicher Unbeweglichkeit ein schon gezogenes Rohr (Zugrohr, Mutterlauf), dessen Achse in die Verlängerung der Achse des Laufes fällt. In die Höhlung des Mutterlaufes hat man Blei gegossen, wodurch ein Kolben entstanden ist, der, wenn er an seiner eisernen Stange mittels eines Querheftes gezogen wird, sich zugleich von selbst dreht, wie der Drall der Züge es vorschreibt. Die Verlängerung der eisernen Zugstange geht in den zu bearbeitenden Lauf und trägt hier an ihrem Ende einen 15 bis 20 *cm* langen hölzernen Kolben mit zwei oder drei feilenartigen, 12 *mm* langen Schneideisen (auch wohl einzelne Schneidzähne), deren aus dem Holze hervorragende Kante so breit ist, wie die Züge sein müssen. Macht nun der Bleikolben seine schraubende Bewegung hin und her in dem Mutterrohre, so beschreiben die Schneideisen ganz denselben Weg in dem neuen Laufe, und schneiden gewundene Züge in denselben ein. Durch eine angebrachte Teilscheibe kann der Mutterlauf, nebst seinem bleiernen Kolben, der Zugstange und dem hölzernen Kolben mit den Schneideisen, um bestimmte Teile des Kreises gedreht und wieder festgelegt werden, wodurch man eine beliebige Anzahl von Zügen und eine völlig gleiche Entfernung zwischen denselben erhält.

An der gewöhnlichen Ziehbank sind wesentliche Verbesserungen angebracht worden, wobei man sie wohl auch in senkrechter Aufstellung arbeiten lässt. Neuerdings verwendet man Ziehmaschinen, welche gleichzeitig mehrere Läufe bearbeiten; hier führen sich die Kolben nicht an einem Mutterlauf, sondern an einer verstellbaren schiefen Ebene, womit die Herstellung verschiedenen Dralles möglich ist. Folgende Anordnung gestattet eine sehr genaue Wiedergabe der verlangten Zugkrümmung: Mit dem Maschinengestell ist eine Lehre verbunden, deren eine Kante dem gewünschten Verlauf der Züge entsprechend gestaltet ist. Der Ziehkolben ist mit seiner Stange auf einem in der Längenrichtung des zu bearbeitenden Rohres genau verschiebbaren Schlitten gelagert, und zwar so, dass er um seine Längenachse sich zu drehen vermag. Mit der Stange des Kolbens ist ein Zahnrad verbunden, in welches winkelrecht zur Kolbenachse eine Zahnstange greift, die mit einem ihrer Enden — durch Feder oder Gewicht — gegen die Kante der erwähnten Lehre gedrückt wird. Verschiebt man nun den Kolben mit dem Schlitten, so wird die Zahnstange durch die Kante der Lehre verschoben und dreht hierbei den Kolben. Um den Zügen ihre Rauhigkeit und Schärfe zu nehmen, giesst man über eine in den Lauf gesteckte Eisenstange auf 15 bis 18 *cm* Länge Blei ein, und bildet so einen Kolben, der, mit Schmirgel und Öl versehen, einige Zeit hin- und hergezogen wird.

Von Wichtigkeit sind die Prüfungen, denen die Gewehrläufe nach dem Bohren unterworfen werden, und durch welche man alle in dem

Eisen — sei es wegen mangelhafter Beschaffenheit desselben oder infolge schlechter Bearbeitung — vorhandenen Fehler zu entdecken sucht.

Die Laufproben sind von zweierlei Art, nämlich das Beschiessen und der Schweisskeller; in den meisten Fabriken begnügt man sich jedoch mit der Beschiessuntersuchung allein, welche darin besteht, dass man eine grosse Anzahl Läufe mit beträchtlich verstärkter Ladung zwei- oder dreimal ladet und durch ein Lauffeuer abschiesst. Diejenigen Stücke, welche hierbei nicht zerspringen, bezw. keine sichtbare Beschädigung erhalten, werden entweder für gut erkannt, oder noch (nachdem sie gereinigt und eingeölt sind) 14 Tage in einen mässsig feuchten Keller (den Schweisskeller) gestellt, wo sich jeder kleine Riss, jede unganze Stelle u. dergl. durch das Rosten bemerklich macht. Wenn auch diese Prüfung bestanden ist, werden die Läufe noch einmal mit der Feile nach der Länge abgezogen und sind nun fertig. Beim Beschiessen zerspringen gewöhnlich unter 100 Läufen 3 oder 4; die noch tauglichen Reste derselben verarbeitet man zu kürzeren Gewehren oder Pistolen.

Manche Gewehrläufe werden auf glühenden Kohlen blau angelassen, nachdem man sie mit Öl bestrichen und mit Asche besiebt hat. Andere schwärzt man, indem man sie über Holzkohlen erwärmt, bis sie blau anlaufen, dann mit Fett (Knochenöl) bestreicht und Erhitzung wie Bestreichen wiederholt, bis eine gleichmässige, schwarze Färbung eintritt.

Andere (besonders die Draht-, Band- und damaszierten Läufe) werden braungemacht (S. 382). Das Ätzen (S. 376), Vergolden mit Blattgold (S. 429) und Gravieren (S. 396) werden oft zur Verschönerung der Läufe angewendet. Mit Gold oder Silber eingelegte Schrift und Verzierung (Damaszierung) wird hervorgebracht, indem man die Züge mit Grabsticheln oder kleinen Meisseln so einschneidet, dass sie unterwärts (d. h. nach innen) etwas breiter sind, sie mit Draht von feinem Golde auslegt und diesen hineinhämmert. Sollen die Züge der Zeichnung erhaben erscheinen, so muss der Draht so dick sein, dass er nicht gänzlich in die Vertiefungen eintreten kann, und dann vollendet man das Hervorragende mittels angemessener Treibpunzen (S. 278).

Verfertigung der Gewehrschlösser. — Sämtliche Schlossteile werden ganz aus gutem zähen Stabeisen geschmiedet (oder glühend in gesenkartigen Stempeln gepresst) [1]), mit Ausnahme derjenigen, welche verstählt werden müssen, und der Federn (Schlagfeder, Batteriefeder, Stangenfeder), welche nur aus Stahl bestehen. Manche Teile werden aber aus getempertem Gusseisen (S. 32), gefertigt, andere ohne weiteres aus Stahl geschmiedet.

Beim Schmieden werden in den grossen Fabriken zahlreiche verschiedene Gesenke zu Hilfe genommen, in welche die Arbeitstücke unter dem Fallhammer eingeschlagen werden; manche Stücke werden teilweise im glühenden Zustande befeilt.

Wie oft ein Stück in das Feuer kommen muss, hängt natürlich von dessen Gestalt und Grösse, sowie von der Geschicklichkeit des Schmiedes ab.

Die geschmiedeten Bestandteile werden durch Ausglühen erweicht (weich eingesetzt) und mit einer groben Feile von Zunder gereinigt, dann nach stählernen Lehren befeilt (bestossen), auf besonderen Fräsmaschinen (deren Aufspannvorrichtung sich den einzelnen Stücken möglichst anschmiegt) bearbeitet, mit den nötigen Löchern versehen, welche man bohrt, zum Teil auch mittels des Durchschnittes ausstösst, und kalt in Gesenken überhämmert (um dem Eisen mehr Dichtigkeit zu geben). Die Schrauben werden abgedreht und durch Schneiden in kleinen Kluppen mit den Gewinden versehen. Die übrigen Bestandteile werden hierauf noch einmal geglüht, mit feineren Feilen nach den Lehren völlig genau ausgefeilt, richtig zusammengepasst und endlich gehärtet.

---

[1]) D. p. J. 1839, 72, 92 m. Abb.

s die Federn betrifft, so taucht man diese in Lehmbrei und macht sie kirschglühend, steckt sie schnell in kaltes Wasser, bestreicht sie mit Talg, wels man auf dem Feuer abbrennen lässt (S. 21), und löscht sie in Öl, zuletzt r in kaltem Wasser ab. Die aus Eisen geschmiedeten Schlossteile werden ch Einsetzen (S. 35) gehärtet, indem man die Stücke von 12 bis 25 Schlösı in einem Kasten von Eisenblech mit gepulverten verkohlten Lederabgängen packt, den Kasten oben mit nassem Lehm bedeckt, 1 bis 2 Stunden lang glüht, den Lehm abräumt und den ganzen Kasten in Wasser wirft. Statt ses Verfahrens kann vorteilhaft das Bestreuen mit blausaurem Eisenkali anvendet werden. Die Schrauben werden hierauf mit Öl benetzt und auf Kohlener abgebrannt. Das nach dem Härten folgende Polieren der Schlossteile geieht teils auf Scheiben von Eichenholz mit Schmirgel und Öl, zuletzt aber Kohlenpulver; teils aus freier Hand mit Schmirgelhölzern und dann mit k oder Zinnasche. Manche Teile lässt man schliesslich auf einem Eisenche über Kohlenfeuer blau oder violett anlaufen.

Oft lässt man den (alsdann schon vor dem Härten polierten) äusseren lossteilen die vom Einsetzen herrührende graue Farbe, welche durch Beizen Essig, verdünntem Scheidewasser oder verdünnter Salzsäure noch verschönert d. Man taucht die Stücke in die Säure, spült sie rasch zuerst in kaltem, ın in siedend heissem Wasser, legt sie (nach dem schnell von selbst erfolgen- Abtrocknen) in Öl und bürstet sie schliesslich ab. Es entsteht so ein hellues, sehr schönes und gleichförmiges Matt, welches jedoch gegen den Rost empfindlicher ist, als das vom Einsetzen herrührende (gewöhnlich buntkige) Grau.

Sachverzeichnis
zur Bearbeitung der Metalle.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

K.

R.

S.

Zweiter Teil.

Die Bearbeitung der Hölzer.

Ungeachtet vielfältiger Verwandtschaft, welche die Bearbeitung der ölzer mit jener der Metalle darbietet, entdeckt man doch bei näherer etrachtung Umstände, welche wesentliche Unterschiede zwischen diesen iiden grossen Zweigen der Gewerbe begründen. Dem Holze fehlen nämh die Eigenschaften der Schmelzbarkeit, der Schweissbarkeit und 1 wesentlichsten auch der Dehnbarkeit. Die Bearbeitungsweisen des olzes liegen demgemäss in einem engeren Rahmen als diejenigen der etalle. Nur eine Bearbeitungseigenschaft, das Spalten, hat das Holz n Metallen voraus.

Es werden die folgenden 6 Abschnitte behandeln: 1) Den Rohoff in seinen Eigenschaften und deren Abänderungen; 2) die Vorberbeitung der Holzstämme zur eigentlichen Bearbeitung, vorzüglich deren erteilung in solche Stücke, welche den mit der Verfertigung der Holzaren beschäftigten Gewerben am bequemsten sind; 3) die Ausarbeiing selbst, insofern die Hervorbringung der mannigfaltigsten Körperestalten aus Holz ihr Zweck ist; 4) die Zusammenfügung der Beandteile; 5) die Vollendungs- und Verschönerungs-Arbeiten;) die Verfertigung einiger wichtigen Holzwaren im besonderen.

I. Abschnitt.

Eigenschaften des Holzes.[1])

Das Holz bildet den Hauptbestandteil des Stammes und der Äste 1 den Bäumen und Sträuchern. Die verschiedenartigen Teile, aus

[1]) Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Von H. Nördlinger. Stuttrt 1860. — H. Nördlinger, Querschnitte von 1000 Holzarten, Stuttgart und bingen 1852—1882, 10 Bände. (Natürliche, durchscheinend dünne Blättrn Hirnholz, nebst erläuterndem Texte). — Über den Bau des Holzes der in

welchen ein solcher Stamm besteht, erkennt man, wenn man denselben quer durchschneidet und die Schnittfläche betrachtet. Hier bemerkt man als äusserste Hülle des Ganzen die aus lockerem Zellgewebe (Parenchymgewebe) bestehende **Rinde**; zunächst innerhalb derselben den **Bast**, eine aus mehr oder weniger losen, sehr biegsamen, langgestreckten, oft vielfach verzweigten Zellen gebildete Schicht; dann den **Splint**, eine weiche holzartige Masse, welche wie ein Ring das eigentliche Holz umschliesst, und sich von demselben durch eine hellere Farbe auszeichnet; endlich das (gewöhnlich vom Splinte scharf abgegrenzte) **Holz** selbst, den inneren Teil des Stammes, welcher an der Saftleitung nicht mehr teilnimmt und im Mittelpunkte die mit lockerem Zellgewebe ausgefüllte **Markröhre** enthält. Das Holz besteht aus Faserbündeln, welche bei schlicht gewachsenem Holze in geringem Grade schraubenartig gewunden sind, also nicht ganz gleichlaufend zur Achsenlinie des Stammes liegen; es nimmt von dem Splinte aus nach der Mitte hin in bemerkbarem und oft sehr auffallenden Grade an Dichtigkeit und Schwere, Härte und Festigkeit, sowie an Dunkelheit der Farbe zu, weshalb man gewöhnlich den innersten Teil mit dem besondern Namen **Herz**, **Kern** oder **Kernholz** bezeichnet, wogegen man das zunächst am Splint liegende: das **junge Holz** nennt. Diese letztere Benennung rechtfertigt sich vollkommen durch den Vorgang, welcher beim Wachsen der Bäume stattfindet. Jedes Jahr wird nämlich auf der innersten Fläche des Bastes, aus dem sog. Bildungssaftgewebe oder Cambium eine Lage von Gefässbündeln und Holzzellen neu erzeugt, welche Splint bilden, während der ältere Splint allmählich durch Verdickung der Zellwandungen sich verdichtet und zu eigentlichem Holze umwandelt. Da diese Zunahme der Holzmasse in unseren Klimaten nicht gleichmässig erfolgt, sondern durch den Winter unterbrochen wird, so entstehen sichtbare ringförmige Lagen, die man mit dem Namen **Jahrringe** oder **Jahre** bezeichnet, und deren scharfe Abgrenzung meist dadurch besonders hervortritt, dass die Zellen, welche die im Frühling und Sommer gebildeten Schichten zusammensetzen, dünnwandiger sind, als diejenigen der Herbstlagen. Diese Ringe sind gewöhnlich in der Gegend des Kernes breiter als nahe am Splint, doch oft erst in einiger Entfernung von der Markröhre am breitesten. Auf der Längenschnittfläche des Holzes bilden sie Streifen nach der Richtung der Fasern. Bäume verschiedener Art bieten meist ein auffallend verschiedenes Ansehen der Ringe dar. An den dichten und harten, in heissen Erdgegenden wachsenden Hölzern sind die Jahrringe weniger deutlich, und oft fast gar nicht zu unterscheiden.

Je langsamer eine Baumart wächst, desto schmäler sind demzufolge ihre Jahrringe: da indessen Boden, Klima und sonstige Verschiedenheiten des Stand-

---

Deutschland wildwachsenden und häufiger kultivierten Bäume und Sträucher. Von J. **Rossmann**. Frankfurt a. M. 1865. — Dr. **Jul. Wiesner**, Einleitung in die techniche Mikroskopie. Wien 1867. — Derselbe, die Rohstoffe des Pflanzenreichs. Leipzig 1873 (S. 517). — Dr. **Nördlinger**, der Holzring als Grundlage des Baumkörpers. Stuttgart 1872. — **J. Moeller**, allgemeine Warenkunde und Rohstofflehre. Kassel 1883, Bd. 3. — **Burkhardt**, Säen und Pflanzen. 5. Aufl. Trier 1880.

ortes bedeutenden Einfluss auf das Wachstum haben, so ist über die Breite der Jahrringe in einer und derselben Holzart keine einigermassen feste Bestimmung aufzustellen; folgende Angaben stützen sich auf einige Zählungen und können nur als Beispiele zur Darlegung der grossen Verschiedenheiten dienen. Es fanden sich auf 24 *mm* der Holzdicke in der Richtung des Stammhalbmessers bei Eschenholz 2 bis 14 Jahrringe, Tannen 5 bis 9, Lärchen 5 bis 20, Föhren 17 bis 25, Erlen und Kirschbaum 6 bis 12, Buche 6 bis 37, Mahagoni 6 bis 24, Eichen 9 bis 21, Buchsbaum 30 bis 50, Eibenbaum (Taxus) 20 bis über 100. — Oft hat ein und derselbe Jahrring an verschiedenen Stellen seines Umkreises sehr verschiedene Breite, wodurch die Markröhre beträchtlich ausserhalb der Mittellinie des Stammes zu liegen kommt. Namentlich pflegt auf der nach Norden gestandenen Seite des Baumes die Breite der Jahrringe kleiner (dabei ihre Härte und Dichtigkeit grösser) zu sein, als auf der Südseite. Von der Regel, dass die Jahrringe eines und desselben Stammes desto schmäler sind, je weiter nach aussen sie liegen, kommen zuweilen auffallende Ausnahmen vor: Wird nämlich in den ersten Lebensjahren eines Baumes dessen Wachstum durch äussere Verhältnisse beschränkt (indem er z. B. dicht umgeben zwischen anderen Bäumen steht), später aber eine günstigere Lage herbeigeführt (im angenommenen Falle durch das Weghauen der umgebenden Bäume), so wächst der Baum von da ab schneller, und man findet dann im Kerne schmale Jahrringe, auf welche solche von grösserer Breite ohne Übergang folgen. — In Eichenstämmen findet sich zuweilen mitten im festen Holze ein Ring weichen, weissen, splintartigen Holzes, welcher entweder nur einen Jahrring oder auch mehrere Jahrringe umfasst und natürlich ein sehr unangenehmer Fehler ist: der sogenannte Mondring, falsche oder doppelte Splint. Eine ähnliche Erscheinung kommt bei einigen anderen Baumarten vor, wo aber der Ring oft dunkler gefärbt ist als die übrige Holzmasse.

In dem Holzkörper sind dreierlei Bestandteile zu unterscheiden. Den überwiegendsten Teil desselben machen die eigentlichen Holzfasern (Holzzellen) aus: langgestreckte, in der Achsenrichtung des Stammes verlaufende, oben und unten zugespitzte und geschlossene Zellen mit enger Höhlung, sodass sie dem unbewaffneten Auge als volle Fasern, auf dem Querschnitte in ihrer Vereinigung als dichter Körper erscheinen. Zwischen diesen Fasern befinden sich (jedoch nur bei den Laubhölzern), in verschiedener Weise verteilt, die sogenannten Holzgefässe, d. h. weitere, anfangs Saft, später Luft enthaltende, langgestreckte und mit den Fasern gleichlaufende Röhrchen, welche am zahlreichsten und grössten in dem inneren Teile des Jahrringes anzutreffen sind und (im Splint) der Saftzuführung dienen. Endlich bemerkt man Teile von feinzelligem, kurzen (nicht faserigen) Gefüge, gleich Rinde und Mark aus Parenchymgewebe gebildet, welche — die Fasermasse quer durchsetzend — in der Richtung von Halbmessern strahlenartig vom Mittelpunkte gegen die Rinde laufen (daher Markstrahlen in der botanischen Sprache) und zahlreiche dünne Blättchen oder Streifen darstellen: die sogenannten Spiegel. Die Längenrichtung der Spiegel durchkreuzt die Jahrringe unter rechtem Winkel, ihre Breite ist nach der Länge des Stammes gestellt, ihre Dicke unterbricht den Lauf der Jahrringe. Nach den Ebenen der Spiegel erfolgt (besonders wenn letztere gross oder breit sind) am leichtesten das Spalten des Holzes. Auf der Fläche solcher Holzstücke, welche nach dem Spiegel oder Spalt, d. h. in der Richtung der Stamm-Halbmesser, geschnitten oder zugerichtet sind (Spiegelholz), bemerkt man die Spiegel als glänzende Flecken oder Streifen; sie zeigen sich dagegen als schmale,

mit den Längenfasern gleichlaufende Striche dort, wo die Schnittfläche die Richtung einer Tangente zu den Jahrringen hat, also die Fläche der Spiegel durchkreuzt, und als strahlenförmig sich zerstreuende Linien auf dem Querschnitte des Stammes. Wie die Jahrringe, so sind auch die Spiegel durch ihre Menge, Grösse und sonstige Beschaffenheit sehr oft dermassen eigenartig, dass sie wesentliche Kennzeichen verschiedener Holzarten abgeben, selbst wenn diese durch mancherlei Bearbeitungen übrigens ein verändertes Ansehen bekommen haben. In den Hölzern der meisten Bäume sind alle Spiegel sehr dünn und klein; in einigen dagegen zeichnet sich eine geringe Anzahl derselben durch ihre Grösse aus, während die übrigen oft nur mit dem Vergrösserungsglase entdeckt werden können: erstere (die grossen Markstrahlen, ersten M.) gehen unmittelbar von der Markröhre aus, letztere (die feinen, zweiten) beginnen erst in einiger Entfernung von derselben. In einem und demselben Stamme stehen die Spiegel einander näher in der Gegend des Kernes, und mehr zerstreut in der Nachbarschaft des Splintes.

Deshalb, und weil selbst das Holz von einerlei Baumart unter Umständen verschieden ist, lässt sich nichts unbedingt Gültiges über die Anzahl der Spiegel auf bestimmtem Raume angeben. Jedoch kann, um hierüber wenigstens einen Begriff zu verschaffen, angeführt werden, dass (in der Richtung der Jahrringe gezählt) auf 24 *mm* ungefähr Spiegel enthalten sind: bei Linden-, Ahorn-, Birken- und Kirschbaumholz 100 bis 120; bei Apfelbaum-, Eschen- und Mahagoniholz 120 bis 140; bei Tannen-, Fichten-, Weidenholz 130 bis 160; bei schwarzem Ebenholz 150 bis 200; bei Birnbaumholz 200 bis 240; bei Rotbuchen- und Weissbuchenholz 100 bis 120, wovon nur 10 bis 15 mit freiem Auge zu sehen sind; bei Eichenholz 150 bis 200, davon 5 bis 15 dem unbewaffneten Auge sichtbar. — Die grossen oder Haupt-Markstrahlen, wo dergleichen vorkommen, sind an Breite und Dicke sehr verschieden: die Breite beträgt beispielsweise etwa 0,2 *mm* beim Buchsbaum, 0,5 *mm* bei der Esche, 1 *mm* beim Spitzahorn, 2 *mm* beim Zwetschenbaum, 5 *mm* bei der Rotbuche, 50 *mm* bei der Stieleiche, bis 160 *mm* bei der gemeinen Erle; die Dicke ungefähr 15 *mmm* bei der Weide, 25 *mmm* beim Elsbeerbaume, 50 *mmm* beim gemeinen Ahorn, 600 *mmm* bei der gemeinen Erle. — Nach Beschaffenheit des Zellgewebes sind Markröhre und Markstrahlen gleichartig mit der Rinde: Parenchymgewebe, durch dünnwandige, nicht langgestreckte, polyedrische Zellen gekennzeichnet.

Die Längenfasern, aus welchen das Hauptgewebe der Holzmasse besteht, begründen die grösste Eigentümlichkeit des Gefüges beim Holze. Das faserige und sehnige Gefüge mancher Metalle ist hiermit, in Beziehung auf die Verarbeitung, kaum in Vergleich zu stellen; denn bei keinem Metalle tritt ein, was beim Holze sehr bemerkbar ist: dass die Bearbeitung durch schneidende Werkzeuge mit verschiedenem Grade von Leichtigkeit stattfindet, je nachdem in verschiedener Richtung auf die Fasern gewirkt wird. Und da überdies von der Lage der Fasern auch das Verhalten des Holzes in noch anderen Beziehungen abhängt, so wird es wichtig, hierfür allgemein angenommene Kunstausdrücke einzuführen. Man bezeichnet mit Langholz, Längenholz die zu den Fasern gleichlaufende Richtung (nach dem Faden); mit Querholz die Richtung rechtwinklig gegen dieselben; mit Hirnholz oder Hirn die Ebene, welche mit den Fasern einen rechten Winkel macht. Im Gegensatz zum Hirn nennt man die mit den Fasern gleichlaufenden Flächen Aderholz

Auf den Hirnseiten oder Hirnenden eines Holzstückes treten die Querschnitte sämtlicher Zellen und Gefässe als kleinere und grössere Öffnungen oder Poren zu Tage. Diese sind bei einigen Holzarten durchaus fein und gleichförmig (z. B. Spindelbaum, Ahorn, Birnbaum, Linde), bei anderen zum Teil gross und sehr in die Augen fallend (z. B. Eiche, Nussbaum, Mahagoni, Esche). Die Fasern der Hölzer bieten grosse Verschiedenheiten dar. Bald sind sie fein, bald grob; bald völlig schlicht oder gerade, bald krumm oder gewunden, wodurch die Bearbeitung oft sehr erschwert wird, weil bei Anwendung einiger Gewalt leicht Teile ausreissen oder wegbrechen (verwachsenes Holz). Ein krummfaseriger Wuchs ist manchen Holzarten eigen und wesentlich; aber auch andere zeigen diese Erscheinung, wenn die Bäume auf ungünstigen Standpunkten schlecht gewachsen oder verkrüppelt sind. Die Wurzeln und die untersten Teile der Stämme, sowie knorrige Stamm-Auswüchse sind immer krummfaserig, und oft erscheinen deren Fasern sogar auf das Sonderbarste durcheinander gewirrt. Hierdurch entsteht jene, wegen ihrer schönen und feinen Zeichnung sehr geschätzte Abänderung der Hölzer, welche man mit dem Namen Maser, Maserholz, Flader belegt.

Ausser dem Gefüge der Holzarten sind noch andere physische Eigenschaften derselben von Wichtigkeit, nämlich: ihre Farbe, Härte, Schwere, Festigkeit, Biegsamkeit, Zähigkeit, Elasticität und Spaltbarkeit, weil sich darauf die grössere oder geringere Anwendbarkeit zu verschiedenen Zwecken gründet.

An Farbe sind die Hölzer ungemein verschieden, indem vom Gelblichweissen an bis zum tiefen Schwarz eine Menge Abstufungen von Gelb, Braun, Rot u. s. w. vorkommen. Die meisten europäischen Holzarten haben eine weisse, gelbliche, bräunliche oder rötliche Farbe von nicht ausgezeichnetem Ansehen; besonders schöne und starke Färbung findet sich fast nur an Holzarten aus den heissen Erdteilen. Die Farbe ist häufig in einem und demselben Stamme ungleich, und bietet Flecken, Streifen, Adern, Wolken, Flammen u. s. w. dar, welche meist als eine Schönheit des Holzes geschätzt werden.

Schon oben ist bemerkt worden, dass der Kern gewöhnlich dunkler von Farbe ist, als das äussere Holz und der Splint; letzterer hat zuweilen eine der des Holzes ganz entgegengesetzte Farbe, wie denn z. B. der Splint am schwarzen Ebenholze weiss ist. Die dunkle Färbung des Kernes rührt von einer Umsetzung der Zellmembran in Huminstoffe her, zuweilen auch von einer Farbstoffablagerung in den Zellen. Holz von alten Bäumen ist dunkler, als das von jungen Bäumen derselben Art. Angeführt muss endlich werden, dass die meisten oder alle Holzarten selbst nach der Verarbeitung bedeutend nachdunkeln, d. h. mit der Zeit eine tiefere Farbe annehmen, was so weit geht, dass solche, die im frischen Zustande braun oder überhaupt ziemlich stark gefärbt waren, nach und nach fast schwarz werden. Die Farbe kann daher (selbst in der Voraussetzung, dass sie beim Verarbeiten ganz unverändert gelassen wurde) nur mit Einschränkungen als ein Kennzeichen der Hölzer benutzt werden, welches lange nicht von ebenso grosser Bedeutung ist, wie andere Eigenschaften, vorzüglich das Gefüge.

Hinsichtlich der Härte unterscheidet man oft die Holzarten in weiche, halbharte und harte, obschon diese Einteilung insofern unbestimmt und

willkürlich ist, als zwischen den drei Gruppen keine scharfen Grenzlinien festzusetzen sind, und im ganzen die Holzarten unzählige Abstufungen der Härte darbieten.

Die härtesten Hölzer finden sich unter den in heissen Erdgegenden erzeugten, und dunkle Farbe ist sehr gewöhnlich mit grösserer Härte, sowie sehr helle Farbe mit geringer Härte verbunden. Holz von alten Bäumen (wenn diese nicht etwa schon überständig sind, d. h. abzusterben anfangen, ist härter, als das von jungen gleicher Art. Die weichsten Hölzer (wie Weide, Pappel, Tanne u. s. w.) lassen sich äusserst leicht mit dem Messer schneiden; die härtesten (z. B. Pockholz, Ebenholz, Grenadillholz) sind nur mit Mühe durch die besten schneidenden Werkzeuge zu bearbeiten, und nähern sich in dieser Hinsicht fast den Metallen von mittlerer Härte, z. B. dem Messing. Für viele Zwecke ist (z. B. für die Anwendung zu Maschinenteilen) grosse Härte ein Vorzug, besonders wenn sie in Verbindung mit Zähigkeit auftritt: dagegen wird eine geringere Härte dann geschätzt, wenn es sich um die Anwendung zu Schnitzarbeit u. dgl. handelt.

Die gebräuchlichsten Holzarten sind rücksichtlich ihrer Härte etwa folgendermassen zu ordnen (nach Nördlinger):

Steinhart: Pockholz, Ebenholz und ähnliche.

Beinhart: Sauerdorn, Buchsbaum, Heckenkirsche, Syringe.

Sehr hart: Kornelkirsche, Hartriegel, Weissdorn.

Hart: Masholder, Spitzahorn, gemeiner Ahorn, Weissbuche, wilder Kirschbaum, Mehlbeerbaum, Kreuzdorn, Hollunder, Spierlingsbaum, Eibenbaum.

Ziemlich hart: Esche, Zwetschenbaum, Mahalebkirsche, Akazienholz *(Robinia)*, Ulme.

Etwas hart: Silberahorn, Spindelbaum, Rotbuche, Nussbaum, Birnbaum, Apfelbaum, Elsbeerbaum, Stieleiche, Traubeneiche, Vogelbeerbaum.

Weich: Fichte, Tanne, Rosskastanie, Erle, Birke, Haselnuss, Wachholder, Lärche, Föhre, Traubenkirsche.

Sehr weich: Weimutskiefer, Pappel, Weide, Linde.

Bedeutende Schwere, d. h. grosses Einheitsgewicht, ist in der Regel den sehr harten Hölzern eigen, welche sich zugleich gewöhnlich durch ein besonders dichtes Gefüge auszeichnen. Das Holz an sich ist auch bei den leichtesten Hölzern schwerer als Wasser; die Poren sind Ursache, dass die meisten Holzarten auf dem Wasser schwimmen, weil die Zwischenräume der Fasern mehr oder weniger Luft einschliessen. Im frisch gefällten Zustande sind alle Holzarten bedeutend (um ein Viertel oder Drittel, ja selbst um mehr als die Hälfte) schwerer, als nachdem sie durch Liegen an der Luft (wobei die wässerigen Teile des Saftes verdunsten) gut ausgetrocknet sind.

Für die Anwendung ist das Einheitsgewicht der ohne Zwischenräume gedachten Holzmasse (welches z. B. bei Mahagoni 1,68, bei Eichen- und Buchenholz 1,53, bei Ulmenholz 1,52, bei Linden-, Birken- und Pappelholz 1,48, bei Tannen- und Ahornholz 1,46 beträgt) ohne Wichtigkeit; wenn daher vom Einheitsgewichte des Holzes die Rede ist, so betrachtet man dasselbe — ohne Rücksicht auf seine Poren — als einen Körper, der seinen Raumumfang mit gleichmässiger Dichtigkeit ausfüllt. Zwar ist das Gewicht verschiedener Holzarten zum Teil sehr bedeutend verschieden; aber nicht minder weicht es bei Stücken einer und derselben Holzart ab, indem teils Alter und Standort der Bäume darauf grossen Einfluss haben, teils das Holz aus verschiedenen Teilen eines Stammes ungleiches Einheitsgewicht zeigt (der Kern z. B. ein grösseres als die dem Splinte näher liegenden Schichten). Daher lässt sich für das Gewicht einer bestimmten Holzart nicht eine allgemein gültige Zahl, sondern nur annähernd eine höchste und eine niedrigste Grenze angeben, welche beide oft weiter auseinander liegen, als die Gewichte verschiedener Holzarten. Für praktische Zwecke,

zu Schätzungen, kann es indessen bequem sein, eine Mittelzahl zu gebrauchen, wenn besondere, in dem einzelnen Falle ausgemittelte Bestimmungen fehlen. Mit Rücksicht auf diesen Umstand ist die Bd. I, S. 84 gegebene Tafel über die Einheitsgewichte der Hölzer zusammengestellt, wobei nicht verschwiegen werden darf, dass rücksichtlich einiger Hölzer die Beobachtungen nicht zahlreich genug vorliegen oder selbst ungenau zu sein scheinen.

Nicht nur zeigen verschiedene Holzarten verschiedene Grade von Festigkeit; sondern es ergiebt auch die Erfahrung, dass bei derselben Holzart die Festigkeit sehr bedeutend ungleich ist nach dem Alter und Wuchse des Baumes, nach seinem Standorte in bezug auf Boden, Lage, Klima u. s. w., und nach dem Teile des Baumes, woraus das Holz genommen wurde (Stamm- oder Astholz, Kernholz oder Splintholz).

Versuche hinsichtlich der Reissfestigkeit einiger Holzarten haben die, Bd. I, S. 113 und S. 114 verzeichneten Ergebnisse geliefert.

Die Festigkeit gegen Verschiebung in der Richtung des Langholzes kann man — gestützt auf Versuche über das Ausreissen eiserner, nach dem Fasernlauf eingedrehter Holzschrauben — für 1 *qmm* Trennungsfläche annehmen wie folgt:

	kg		*kg*
Buche	0,66 bis 0,68	Hainbuche	0,85 bis 0,95
Eiche	0,61 „ 0,97	Tanne	0,42 „ 0,50
Linde	0,61 „ 0,62		

Die Biegsamkeit des Holzes lässt sich ausdrücken durch die äusserste Grösse der Biegung, welche unter festgesetzten Umständen ein an seinen beiden Enden unterstützter, in der Mitte seiner Länge belasteter hölzerner Stab annimmt, bevor er bricht. In diesem Sinne gebraucht man dafür gewöhnlich den Ausdruck Zähigkeit. Vergleicht man in solcher Beziehung, nach den vorhandenen Versuchen, verschiedene Holzarten, so findet sich, dass — die Zähigkeit des Eichenholzes = 100 gesetzt, — jene des Buchen- und Tannenholzes 97, des Fichtenholzes 104, des Eschenholzes 108 durchschnittlich und näherungsweise beträgt. Man kann die Biegsamkeit auch so betrachten, dass man die Belastungen angiebt, welche gleiche Stäbe oder Balken aus verschiedenen Holzarten erfordern, um eine gleichstarke Biegung zu erfahren (auch wohl die Grösse der Biegungen, welche gleiche Belastungen bewirken). So haben Versuche ergeben, dass liegende, an beiden Enden unterstützte Balken, um sich in der belasteten Mitte um $^1/_{288}$ ihrer Länge zu senken, folgende verhältnismässige Gewichte erfordern: Fichtenholz 100, Tannenholz 90, Buchenholz 67, Eichenholz 62 bis 84; sodass also die Biegsamkeit, welche im umgekehrten Verhältnis zu diesen Zahlen steht, bei Eichen- und Buchenholz etwa um die Hälfte grösser ist, als bei Fichten- und Tannenholz.

Frisches (grünes) Holz ist stets in viel höherem Grade biegsam und zähe als trockenes; sowie man die Biegsamkeit des letztern ungemein vermehrt findet, wenn man es stark durchnässt, erwärmt oder von Wasserdampf durchdringen lässt, und in diesem Zustande biegt. Sofern nach solcher Behandlung das Holz die ihm aufgezwungene Gestalt beibehält, spricht man von dessen Bildsamkeit.

Unter Elasticität versteht man bekanntlich die Eigenschaft der Körper, die ihnen durch Einwirkung einer äusseren Kraft aufgedrungene

Änderung der Gestalt oder Grösse von selbst wieder aufzuheben. Sie ist beim Holze in bemerkbarem Grade vorhanden. Ein Stab, den man gebogen hat, springt beim Nachlassen der biegenden Kraft wieder in seine gerade Gestalt zurück. Überschreitet in solchen Fällen die angebrachte Kraft nicht ein gewisses Mass, so ist die Rückkehr in den ursprünglichen Zustand vollkommen; dagegen tritt bei grösserer Biegung eine bleibende Gestaltsänderung ein. Das Mass der grössten Kraft, welche ein Körper auszuhalten vermag, ohne eine bleibende Ausdehnung, Biegung u. s. w. zu erleiden, bezeichnet die **Elasticitätsgrenze** für denselben.

In betreff einiger Holzarten hat man die Elasticitätsgrenze durch Versuche bestimmt. Werden prismatische Stäbe von 1 *qmm* Querschnitt in der Richtung der Fasern angespannt, so stellt sich die Belastung für die Elasticitätsgrenze, und die dabei eintretende (beim Aufhören der Spannung eben noch gänzlich verschwindende) Verlängerung wie folgt:

Eschenholz . . .	2,52 *kg* . .	$^1/_{385}$	Tannenholz . .	2,49 *kg* . .	$^1/_{500}$
Ulmenholz . . .	2,20 „ . . .	$^1/_{414}$	Lärchenholz . .	1,42 „ . . .	$^1/_{510}$
Eichenholz . . .	2,72 „ . . .	$^1/_{430}$	Buchenholz . .	1,63 „ . . .	$^1/_{570}$
Fichtenholz . .	2,52 „ . . .	$^1/_{470}$			

Die angegebenen Belastungen betragen etwa $^1/_5$ bis $^1/_3$ derjenigen, durch welche die Hölzer zerrissen werden (d. h. der Reissfestigkeit). Das Eschenholz ist, wie man sieht, unter den angeführten Holzarten die am meisten elastische, weil es die grösste vorübergehende Ausdehnung verträgt. In bezug auf die Elasticität beim Biegen weiss man aus Versuchen z. B., dass Stäbe von Eichen-, Buchen-, Tannen- und Fichtenholz von quadratischem Querschnitte, deren Länge das 37fache der Quadratseite beträgt und die, an beiden Enden unterstützt, in der Mitte belastet werden, bis zu ihrer Elasticitätsgrenze eine Biegung vertragen, welche ziemlich übereinstimmend $^1/_{40}$ bis $^1/_{36}$ der Länge gleichkommt. Hierbei sind die jene Biegung hervorbringenden Gewichte etwa = zwei Drittel von jenen, durch welche die Stäbe zerbrochen werden (d. h. von deren Biegungsfestigkeit). Nach anderen Beobachtungen betrug bei Balken aus Tannen-, Fichten-, Buchen- und Eichenholz die Belastung an der Elasticitätsgrenze nur ein Drittel bis zwei Fünftel von der den Bruch herbeiführenden Belastung. — Alle Zahlenbestimmungen über die Grösse der Elasticität des Holzes leiden an dem wesentlichen Übel, dass sie so gut wie gänzlich unzuverlässig sind, weil jedes andere Stück derselben Holzart bedeutend abweichende Ergebnisse liefert. — Die Elasticität scheint um so grösser zu sein, je kleiner die mittlere Breite der Jahresringe ist, daher z. B. die Güte des Resonnanzholzes wesentlich hiernach beurteilt wird. Zu Mastbäumen soll in England nur Holz verwendet werden, bei welchem die mittlere Breite der Jahrringe nicht mehr als 2 *mm* beträgt.

Mit **Spaltbarkeit** bezeichnet man die Eigenschaft der Hölzer, sich in der Richtung ihrer Fasern durch ein eingetriebenes keilförmiges Werkzeug leicht trennen zu lassen. Die Zerteilung erfolgt hierbei nach den Ebenen der Spiegel leichter und schöner, als nach dem Laufe der Jahrringe. Je gerader und ebener die Spaltungsflächen, je genauer gleichlaufend dieselben in allen Teilen eines Holzstückes sind, desto vollkommener ist die Spaltbarkeit. Jene Holzarten sind die spaltbarsten, welche sehr gerade, nicht zu feine und nicht zu dicht verbundene Fasern, und grosse, ebene Spiegel haben, auch einen ziemlichen Grad von Elasticität besitzen. Gar nicht zu spalten sind die Maserhölzer (S. 561).

Nördlinger unterscheidet die Hölzer in:

Äusserst schwerspaltige: Schwarzbirke, Buchsbaum, Kornelkirsche, Hartriegel, wilde Kirsche, Mahalebkirsche, Vogelbeerbaum, Eibenbaum.

Sehr schwerspaltige: Masholder, gemeine Birke, Weissbuche, Mehlbeerbaum, Weissdorn, Akazie *(Robinia)*, Ulme.

Schwerspaltige: Gemeiner Ahorn, Spitzahorn, Spindelbaum, Esche, Elsbeerbaum, Syringe.

Etwas schwerspaltige: Schwarzföhre, Zwetschenbaum, Kreuzdorn.

Ziemlich leichtspaltige: Nussbaum, Lärche, Hollunder, Rotbuche.

Leichtspaltige: Silberahorn, Rosskastanie, Erle, Haselnuss, gemeine Föhre, Aspe, Stieleiche, Traubeneiche, Weide, Linde.

Sehr leichtspaltige: Tanne, Fichte, Weimutskiefer.

Äusserst leichtspaltige: Silberpappel, kanadische Pappel.

In chemischer Hinsicht ist an dem Holze die eigentliche Holzfaser von den in deren Zwischenräumen eingeschlossenen Stoffen zu unterscheiden. Erstere ist, in ihrem reinen Zustande, bei allen Holzarten von ganz gleicher chemischer Beschaffenheit und besteht aus einer Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in unwandelbarem Mengenverhältnisse (in 100 Teilen: 44,45 Kohlenstoff, 6,17 Wasserstoff, 49,38 Sauerstoff). Sie ist völlig unauflöslich in Wasser; alkalische Auflösungen wirken bei gewöhnlicher Temperatur wenig darauf; starke Säuren aber greifen dieselbe rasch an. Die in den Holzarten ausser der Faser vorhandenen Stoffe sind mannigfaltig, und wohl in jeder Baumart von eigentümlicher Beschaffenheit und Mischung. Im allgemeinen können hierher gezählt werden: Farbstoffe, Gallussäure, Gerbstoff, Gummi oder Pflanzenschleim, Harze, ätherische Öle, Zucker, Stärke, verschiedene Salze, endlich erdige Bestandteile und Metalloxyde (welche in der Asche nach dem Verbrennen des Holzes zurückbleiben). Alle diese gehören teils dem Nahrungssafte, teils den andern eigentümlichen Säften der Bäume an, welche, nachdem sie mehr oder weniger vollständig ausgetrocknet sind, die in ihnen aufgelöst gewesenen festen Bestandteile in den Poren der Holzmasse zurücklassen. In lufttrockenem Holze beträgt, zufolge jener dem Faserstoffe fremden Bestandteile, der Kohlenstoffgehalt meist 49 bis 50% des Gewichtes, wodurch Sauerstoff und Wasserstoff entsprechend vermindert erscheinen.

Einfluss der Feuchtigkeit auf das Holz. — Der in dem frischgefällten Holze enthaltene, erst nach und nach austrocknende wässerige Saft, welcher eine Auflösung mehrerer oben genannter Stoffe in Wasser ist, begründet — in Vereinigung mit dem faserigen Gefüge des Holzes — die Erscheinungen des Schwindens, Ziehens oder Werfens und Reissens (vergl. I, 222), welche für die Verarbeitung von grösster Wichtigkeit sind.

Die Menge Feuchtigkeit, welche das frische oder grüne Holz enthält, ist bedeutend, übrigens nach der Baumart, nach dem Alter und nach anderen Umständen verschieden. Sie beträgt am meisten bei den Nadelhölzern und sehr weichen Laubhölzern, weniger bei den harten Laubholzarten und schwankt überhaupt zwischen 20 und 60% des Gewichtes. Das im Frühjahre gefällte Holz wird gewöhnlich für saftreicher gehalten, als das zur Winterzeit geschlagene; in Wahrheit aber sind gerade die Monate Dezember, Januar, Februar diejenigen, in welchen das Holz die grösste Menge Feuchtigkeit enthält. Wenn das Holz nach dem Fällen längere Zeit im Trocknen liegt, so verdunstet ein grosser Teil seines Wassergehaltes. Dichte, harte Holzarten (Eiche, Weissbuche u. s. w.) trocknen unter gleichen Umständen langsamer, als weiche und lose (Erle, Linde, Weide, Pappel); ganze Stämme langsamer als gespaltenes oder zerschnittenes Holz, weil letzteres der Luft mehr Berührungsfläche darbietet. Der Erfahrung nach enthalten unsere europäischen Hölzer, nachdem sie gespalten ein Jahr lang an der Luft gelegen haben, höchstens noch 20 bis 25% Feuchtigkeit.

Zufolge zahlreicher Beobachtungen soll man den Wassergehalt durchschnittlich annehmen können wie folgt:

	Sechs Monate nach der Fällung im Trockenen aufbewahrt		Völlig lufttrocken
Nadelhölzer			
a. Stammholz	29 %	—	15 %
b. Äste	32 „	—	15 „
c. Junge Stämmchen	38 „	—	15 „
Laubhölzer			
a. Stammholz	36 „	—	17 „
b. Äste	24 „	—	20 „
c. Junge Stämmchen	36 „	—	19 „

Unter 10 % sinkt der Wassergehalt nie, wenn nicht die Austrocknung durch künstliche Wärme (z. B. in geheizten Zimmern) unterstützt wird, oder das Holz in sehr dünne Teile gespalten ist. Wohl aber zieht das schon lufttrockene (und ebenso das durch Wärme getrocknete) Holz wieder eine grössere Menge Wasser an, wenn es feuchter Luft ausgesetzt wird oder gar im Nassen liegt. Es wechselt daher der Gehalt an Feuchtigkeit fast beständig in solchen Hölzern, welche dem Einflusse der Witterung blossgegeben sind. Durch den Verlust von Wasser beim Trocknen zieht sich das Holz in einen kleineren Raum zusammen (das Schwinden); durch Wiederaufnahme von Feuchtigkeit dehnt es sich aus (das Quellen); kann es dem Bestreben zu schwinden oder zu quellen nicht ungehindert in allen Teilen folgen, so krümmt es sich oder verändert auf andere Weise seine Gestalt (das Werfen, Ziehen, Verwerfen, Verziehen), bekommt auch wohl unter gewissen Umständen Sprünge, Risse (das Reissen). Die Vorgänge im Holze, wodurch es unter dem Einflusse der Feuchtigkeit oder des Austrocknens seine Grösse und Gestalt verändert, bezeichnet man mit dem allgemeinen Ausdrucke: Arbeiten (das Holz arbeitet).

Wenn Holz, welches in ganz dünnen Teilen bei einer Temperatur von + 17 bis + 20° C. völlig lufttrocken geworden ist, nachher längere Zeit in Wasser gelegt wird, so quillt es zu derjenigen Grösse vollständig wieder an, welche es im ganz grünen Zustande gehabt hat. Der Betrag dieses Quellens ist also gleich der Zusammenziehung, welche das ganz frische Holz durch Schwinden erleidet, indem es völlig lufttrocken wird. Die Schwindung ist bei verschiedenen Holzarten ungleich gross; im grossen Durchschnitt kann man für die zumeist verarbeiteten Hölzer annehmen, dass sie beim Übergang aus dem frischen in den luftrockenen Zustand schwinden: in der Fasernrichtung um $^1/_{10}$ %, in der Richtung der Markstrahlen um 5, in der Richtung der Jahresringe um 10 %.

Nach den Ergebnissen mehrseitig vorliegender Versuche ist die folgende Tafel zusammengestellt, welche das Mass des Schwindens verschiedener Holzarten nach den angegebenen drei Richtungen, in % ausgedrückt, nachweist. Über dieselbe ist zu bemerken, dass die Schwindungsgrösse als der Unterschied zwischen dem ganz grünen (frisch gefällten) und dem völlig lufttrockenen Holze zu verstehen ist; dass folglich das Schwinden des schon vorher teilweise ausgetrockneten Holzes geringer ist, als die Angaben in der Tafel. — Spalte A enthält die Schwindung in der Richtung der Fasern; Spalte B jene rechtwinklig gegen die Fasern und zugleich in der Richtung der Spiegelflächen; Spalte C endlich jene rechtwinklig gegen die Fasern und zugleich rechtwinklig gegen die Spiegelfläche, in der Richtung der Spiegeldicke. Man sieht leicht, dass bei Brettern, welche ohne Rücksicht auf die Lage der Spiegel aus den Stämmen geschnitten sind, also auf ihrer Fläche beide Querrichtungen gemischt darbieten, ungefähr eine mittlere Schwindung eintreten wird; weshalb in Spalte D noch das Mittel aus den Zahlen von B und C aufgenommen ist, welches zugleich eine Mittelzahl für jede Holzart überhaupt darstellt.

Namen der Holzarten	Grösse des Schwindens für:			
	Längenholz % (A)	Querholz in der Richtung: der Spiegel % (B)	Querholz in der Richtung: der Jahrringe % (C)	Querholz im Mittel % (D)
Ahorn, *Acer Pseudoplatanus*	0,06 bis 0,20	2,0 bis 5,4	4,1 bis 7,3	4,7
„ *Acer campestre*	0,40	2,0 „ 5,4	2,9 „ 7,9	4,5
„ *Acer platanoides*	—	2,7 „ 4,6	4,1 „ 6,8	4,55
Akazie, *Robinia Pseudacacia*	0,02 bis 0,24	2,7 „ 5,1	2,7 „ 8,9	4,8
Apfelbaum, *Pyrus Malus*	0,11	3,1 „ 6,0	5,7 „ 9,0	5,9
Birke, *Betula alba*	0,06 bis 0,90	1,7 „ 7,2	3,2 „ 9,3	5,3
Birnbaum, *Pyrus communis*	0,23	2,9 „ 3,9	5,5 „ 12,7	6,3
Bleistiftholz, *Juniperus virginiana*	0,02	1,3	3,4	2,3
Buche (Rotbuche), *Fagus sylvatica*	0,20 bis 0,34	2,3 bis 6,0	5,0 bis 10,7	6,0
Buchsbaum, *Buxus semperrirens*	0,03	1,3 „ 7,4	3,2 „ 10,4	5,6
Ebenholz, schwarzes	0,01	2,1	4,1	3,1
Eibenbaum, *Taxus baccata*	—	2,4 bis 2,9	2,6 bis 4,5	3,1
Eiche, *Quercus robur*	0,03 bis 0,43	1,1 „ 7,5	2,5 „ 10,6	5,4
„ „ *pedunculata*	0,20 „ 0,30	3,2 „ 3,3	0,8 „ 7,3	3,6
Elsbeerbaum, *Pyrus torminalis*	—	3,3 „ 6,9	5,7 „ 9,9	6,4
Erle, *Alnus glutinosa*	0,30 bis 1,40	2,9 „ 6,5	4,1 „ 9,8	5,8
„ *Alnus incana*	0,19 „ 0,60	2,4 „ 6,4	4,5 „ 8,3	5,4
Esche, *Fraxinus excelsior*	0,19 „ 0,82	0,5 „ 7,8	2,6 „ 11,8	5,7
Fichte, *Abies excelsa*	0,08	1,1 „ 2,8	2,0 bis 7,3	3,8
Flieder, *Syringa vulgaris*	—	4,2	8,4	6,3
Föhre, *Pinus sylvestris*	0,01 bis 0,20	0,6 bis 3,8	2,0 bis 6,8	3,3
„ *Pinus austriaca*	0,10	2,3 „ 3,3	3,3 „ 5,8	3,7
„ *Pinus Strobus*	0,04 bis 0,16	0,2 „ 2,7	1,3 „ 5,0	2,3
Grenadillholz	0,12	1,7	2,3	2,0
Hartriegel, *cornus sanguinea*	—	2,7 bis 5,3	7,7 bis 9,8	6,4
Hollunder, *Sambucus nigra*	0,02	2,6 „ 3,0	4,2 „ 7,8	4,4
Jakaranda	0,005	1,3	2,6	1,9
Kirschbaum, *Prunus avium*	0,11	1,6 bis 11,2	4,1 bis 12,2	7,3
„ *Prunus Cerasus*	—	3,4	7,2	5,3
„ *Prunus Mahaleb*	—	1,9 bis 4,8	4,5 bis 10,5	5,4
„ *Prunus Padus*	—	2,3	10,8	6,5
Königsholz	0,08	2,9	4,9	3,9
Kornelkirsche, *Cornus muscula*	—	3,9 bis 10,3	4,5 bis 10,0	7,2
Kreuzdorn, *Rhamnus cathartica*	—	0,7 „ 2,4	1,9 „ 8,3	3,3
Lärche, *Larix europaea*	0,01 bis 0,29	0,3 „ 7,3	1,4 „ 7,1	4,0

Holzarten	(A)	(B)	(C)	(D)
Linde, *Tilia grandifolia*	0,21	3,5 bis 8,5	6,9 bis 11,5	7,6
„ *Tilia cordata* . .	0,10 bis 0,12	0,4 „ 7,1	0,4 „ 10,9	4,7
Mahagoni	0,11	1,1	1,8	1,4
Mehlbeerbaum, *Pyrus Aria*	—	3,9 bis 10,6	7,23 bis 11,5	8,3
Nussbaum, *Juglans regia*	0,22	2,6 „ 8,2	4,0 „ 17,6	8,1
Pappel, *Populus alba* . .	0,09 bis 0,62	1,2 „ 4,2	2,8 „ 9,8	4,5
„ *Populus italica* . .	—	2,1 „ 7,6	5,2 „ 7,2	5,5
„ *Populus nigra* . .	0,12	1,2 „ 5,4	4,0 „ 6,8	4,3
„ *Populus tremula* .	0,02 bis 0,70	0,9 „ 4,2	3,3 „ 8,9	4,3
Pflaumenbaum, *Prunus domestica*	0,02	1,8 „ 2,5	1,8 „ 11,3	4,3
Pockholz	0,62	5,2	7,5	6,3
Rosskastanie, *Aesculus Hippocastanum* . .	0,09	1,8 bis 6,0	6,5 bis 9,7	6,0
Sandelholz, rotes . . .	0,09	1,3	2,0	1,7
Sauerdorn, *Berberis vulgaris*	—	2,2 bis 2,9	7,2	4,9
Spierlingsbaum, *Sorbus domestica*	—	2,0 „ 4,6	4,5 bis 10,7	5,4
Spindelbaum, *Evonymus europaeus*	—	0,7 „ 3,1	3,9 „ 5,5	3,3
Tanne, *Abies pectinata* .	0,09 bis 0,12	1,7 „ 4,82	4,1 „ 8,1	4,7
Ulme, *Ulmus campestris*	0,014 „ 0,63	1,2 „ 4,6	2,7 „ 8,5	4,2
Vogelbeerbaum, *Sorbus aucuparia*	0,19 „ 0,40	0,8 „ 3,4	4,1 „ 8,9	4,3
Weide, Salweide, *Salix caprea*	0,50 „ 0,70	0,9 „ 4,8	1,9 „ 9,2	4,2
„ Trauerweide, *Salix babylonica*	0,33	2,5	6,9	4,7
Weissbuche (Hainbuche), *Carpinus Betulus* .	0,21 bis 1,50	4,3 bis 6,8	6,2 bis 11,1	7,1
Weissdorn, *Crataegus oxyacantha*	—	3,5 „ 6,8	5,9 „ 10,0	6,5
Zuckerkistenholz . . .	0,07	1,6 „ 4,3	4,7 „ 10,5	5,3

Man sieht aus den Beobachtungen: 1) Dass das Schwinden in der Länge jedenfalls so gering ist, dass es für die meisten Verarbeitungen des Holzes ausser Acht gelassen werden kann. 2) Dass dagegen das Schwinden in der Breite bei sehr vielen Holzarten auf 10 % und noch darüber steigt, daher alle Aufmerksamkeit verdient. 3) Dass von allen untersuchten Arten das Mahagoniholz am wenigsten (im Mittel 1,44 % oder $^1/_{69}$) schwindet, wie denn auch die Erfahrung bestätigt, dass dieses Holz besonders gut steht, d. h. sich unverändert erhält, wodurch es zu guten Tischlerarbeiten vorzugsweise taugt.

Wenn Holz lange Zeit hindurch im Wasser liegt oder stetig durch Wasser sich bewegt (wie bei Wasserrädern u. s. w.), so nimmt es durch Wassereinsaugung zuletzt ein grösseres Gewicht an, als es selbst im frischgefällten saftvollen Zustande besass, weil auch die im frischen Holze mit Luft gefüllten Poren endlich vom Wasser eingenommen werden; aber der Raum-Inhalt scheint sich nicht über den im grünen Zustande vorhanden gewesenen zu vergrössern: wenigstens beobachtete Weisbach an frischgefälltem Fichtenholze, dass es durch vollendete Tränkung mit Wasser um 23 % am Gewichte zunahm, sein Einheitsgewicht von

0,79 auf 0,97 erhöhte, aber im Raum nur um 0,4 % vergrössert wurde. Das Anquellen lufttrockenen Holzes im Wasser einerseits und die Wassereinsaugung anderseits halten nicht gleichen Schritt miteinander: ersteres ist nach $1^1/_2$ bis 2 Monaten gewöhnlich beendigt; die Gewichtszunahme aber erfordert mindestens 6 Monate, oft 2 bis 3 Jahre, um ihre oberste Grenze zu erreichen.

Aus Weisbachs Versuchen ist folgende Tafel zusammengestellt:

Namen der Holzarten	Einheitsgewicht		Zunahme infolge der Durchnässung:	
	völlig lufttrocken	völlig durchnässt	am Raum %	am Gewichte %
Ahorn	0,61 bis 0,69	1,10 bis 1,17	7,1 bis 9,8	71 bis 79
Apfelbaum	0,67	1,13	10,9	86
Birke	0,59 „ 0,62	1,09	7,0 „ 8,8	91 „ 97
Birnbaum	0,65	1,14	8,6	91
Buche	0,63 „ 0,76	1,03 „ 1,18	9,5 „ 11,8	63 „ 99
Eiche	0,63 „ 0,75	1,05 „ 1,17	5,5 „ 7,9	60 „ 91
Erle	0,42 „ 0,50	1,04 „ 1,12	5,8 „ 6,8	136 „ 163
Esche	0,70	1,10	7,5	70
Fichte	0,37 „ 0,53	0,76 „ 0,92	4,4 „ 8,6	70 „ 166
Föhre	0,46	0,89	4,8	102
Kirschbaum	0,58	0,99	9,4	88
Linde	0,59	1,13	11,3	113
Pappel	0,35	1,02	8,5	214
„ (Espe)	0,58 „ 0,66	0,98 „ 1,10	5,2 „ 8,0	78 „ 80
Tanne	0,45 „ 0,50	0,87 „ 0,95	3,6 „ 7,2	83 „ 123
Ulme	0,61	1,12	9,7	102
Weissbuche	0,78	1,12	12,9	60

Könnte ein Holzstück, indem es schwindet, in allen Teilen ungehindert und gleichmässig sich zusammenziehen (oder beim Quellen in ebensolcher Weise sich ausdehnen, so würde nur dessen Grösse, nicht aber dessen Gestalt sich ändern. Einem solchen Erfolge stehen aber mehr oder weniger folgende Hindernisse im Wege: 1) Ungleiche Beschaffenheit des Holzes in seinen verschiedenen Teilen (hinsichtlich des Fasernlaufes und der Dichtigkeit), wodurch die Einwirkung der Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft in ungleichem Grade stattfindet. 2) Die schon berührte Ungleichheit des Schwindens nach den verschiedenen Richtungen in Beziehung auf die Lage der Fasern und Spiegel. 3) Ungleiche Dicke des Stückes an verschiedenen Stellen, woraus eine ähnliche Ungleichheit im Schwinden und Quellen hervorgeht, weil die dickeren Teile (namentlich im Innern) langsamer und unvollkommener die Feuchtigkeit fahren lassen oder anziehen. 4) Ungleich starke oder einseitige Einwirkung der Luft, welche durch ihre Trockenheit das Schwinden oder durch ihre Feuchtigkeit das Quellen herbeiführt. 5) Die Unmöglichkeit, dem Antriebe zum Schwinden oder Quellen frei zu folgen, worin sich das Holz oft befindet infolge der Verbindung zwischen den Bestandteilen eines aus Holz verfertigten Gegenstandes. — Diese Umstände sind, einzeln oder mehrere zusammengenommen, Ursache, dass das Schwinden und das Quellen so

häufig mit Veränderungen der Gestalt, ja im schlimmsten Falle mit Trennung des Zusammenhanges verknüpft sind; mit anderen Worten: dass das Holz sich wirft (zieht) oder gar reisst, letzteres oft mit krachendem Geräusche. Die Fälle, in denen, sowie die Erscheinungen, mit welchen dies sich ereignet, lassen sich nach dem bisher Vorgekommenen erklären.

Frisches oder grünes (nasses) Holz wirft sich am leichtesten und stärksten, weil es wegen seines grossen Wassergehaltes am meisten schwindet. Aus diesem Grunde muss frischgefälltes Holz vor der Verarbeitung wenigstens mehrere Monate oder ein Jahr lang in einem trockenen Raume (im Freien mindestens vor Regen geschützt) aufbewahrt werden. Harte, dichte Hölzer unterliegen, weil sie im Innern verhältnismässig langsamer austrocknen, mehr dem Werfen als weiche. Eichenholz z. B. steht bei allen seinen übrigen schätzbaren Eigenschaften in dieser Beziehung sehr im Nachteile gegen Linden-, Tannen-, Fichten-, Föhrenholz. Ganze Stämme oder andere sehr dicke Holzstücke trocknen bedeutend früher und stärker auf der Oberfläche, als im Innern; da also der Kern eines Stammes der durch das Trocknen eintretenden Zusammenziehung der äusseren Teile nicht folgen oder nachgeben kann, so entstehen Risse, welche in der Halbmesser-Richtung von der Oberfläche nach innen gehen (Trockenspalten). Die hiervon verschiedenen sogenannten Kernrisse, welche in der Nähe der Stamm-Enden wie ein unregelmässiger Stern vom Mittelpunkte nach auswärts sich erstrecken, scheinen dadurch verursacht zu werden, dass die Hirnseiten, auf welchen die Saftgefässe sich öffnen, schneller nach innen hin trocknen, als der Umfang des Stammes. Je schneller das Austrocknen stattfindet, desto weitere aber weniger zahlreiche Risse entstehen.

Die erwähnten beiden Arten von Rissen im Holze sind nicht immer die Folge des Trocknens nach der Fällung, sondern kommen auch als natürlicher Fehler vor, in welchem Falle man sie mit den Namen Spiegelklüfte, im besonderen Waldrisse, Strahlenrisse, Uhrzeiger oder Frostklüfte, Eisklüfte, Kaltrisse benennt. Die ersteren gehen von der Markröhre aus, erstrecken sich mehr oder weniger weit auswärts und zeigen sich in ihrer einfachsten Gestalt als ein einziger gerader oder stumpfwinkliger Riss, welcher in der Mitte am breitesten ist und gegen die Enden spitz ausläuft, daher die Ähnlichkeit mit den Zeigern eines Uhrzifferblattes. Die Frostklüfte, welche wohl nur teilweise dem Froste ihre Entstehung verdanken, bilden sich ursprünglich in den jüngeren (äusseren) Holzschichten, können sich aber nach innen bis in den Kern fortpflanzen, wogegen sie äusserlich oft bedeutend mit zusammenhängendem Holze überwachsen erscheinen. — Trennungen zwischen benachbarten Jahrringen, also bogen- oder kreisförmige Risse nach dem Lauf der Jahrringe, entstehen bisweilen beim Trocknen des gefällten Holzes, sind aber gewöhnlicher schon vorher entstanden (Ringklüfte, Ringschäle, Kernschäle, kernschäliges oder schälrissiges Holz).

Wenn verhältnismässig breite und dünne Holzstücke (z. B. Bretter) sich werfen, so geschieht dies nur oder hauptsächlich der Breite nach, wobei das Ganze die Gestalt einer sehr flachen Rinne annimmt; dabei wird (eine nicht zu ungleiche Einwirkung des Trocknens auf beiden Flächen vorausgesetzt) vermöge der Spiegelrichtung diejenige Seite hohl, welche dem Kerne des Stammes nicht zugekehrt war. Das sogenannte Windschiefwerden langer Hölzer (wobei dieselben eine gleichsam schraubenartige Windung annehmen) entsteht vorzüglich dann, wenn durch Verschiedenheiten in dem Gefüge, in der Fasern-Richtung oder Dichtigkeit an verschiedenen Stellen der Länge ein ungleiches Werfen nach der Breite erfolgt; es hat aber einen natürlichen Grund auch schon darin, dass die Holzfasern in langgezogenen Schraubenlinien liegen (S. 558), wonach ein gerader Sägenschnitt unvermeidlich dieselben teilweise kreuzt und durchschnittene Fasern auf die Oberfläche bringt, welche anders von der Feuchtigkeit und den austrocknenden Einflüssen beeinflusst werden, als jene Stellen, wo der Schnitt mit den Fasern parallel geht. Ist ein Brett oder eine von Brettern zusammen-

gefügte Fläche von einer Seite dem Einflusse der Feuchtigkeit (oder einer wenig trockenen Luft) unterworfen, während die andere Seite mit trockener Luft in Berührung steht, so liegt die hohle Seite der entstehenden Krümmung auf jener Seite, welche am trockensten ist. Daher ziehen sich Kommodenblätter, Schrankthüren und andere grosse Oberflächen von Möbeln, die in Zimmern (besonders in geheizten) stehen, stets so, dass sie von aussen hohl erscheinen. Das Werfen in der Längenrichtung ist, gleiche Abmessungen vorausgesetzt, nie so bedeutend, wie das des Querholzes, weil nach dem Laufe der Fasern die Schwindung viel kleiner ist; aber auch hier wird natürlich die mehr der Austrocknung zugängliche Seite hohl (z. B. an Fensterrahmen die innere). Runde (gedrechselte) Holzstücke werden durch Schwinden oder Quellen oval, weil der mit den Jahrringen gleichlaufende Durchmesser stärker schwindet und quillt, als der rechtwinklig dagegen stehende, mit dem Laufe der Spiegel übereinstimmende.

Wenngleich in der Regel das Quellen und Werfen des Holzes sehr unwillkommene und für dessen Anwendung nachteilige Erscheinungen sind, so kann man doch von denselben in einzelnen Fällen Nutzen ziehen, indem man sie absichtlich hervorruft. Ein Mittel, dünne Holzblätter zu krümmen (und dadurch etwa zu einer ihnen zu gebenden grossen Biegung vorzubereiten) besteht darin, dass man sie mit einer Fläche vor ein mässiges Feuer hält, wodurch diese erwärmte Seite austrocknet und folglich hohl wird. Die andere Seite kann gleichzeitig mit Wasser benetzt werden, ebensowohl um sie zum Quellen zu veranlassen, damit sie leichter eine Wölbung annimmt, als um das Holz mittels der Durchnässung biegsamer zu machen. Es ist bekannt, dass man Steine sprengen kann, indem man in ein Loch derselben einen hölzernen Keil kraftvoll eintreibt und diesen mit Wasser begiesst: hier beruht die Wirkung auf der grossen Gewalt, mit welcher das Holz durch das eingesogene Wasser anquillt.

Die Mittel, welche mit mehr oder weniger sicherem und vollkommenen Erfolge angewendet werden, um das Schwinden unmerklich oder unschädlich zu machen und das Werfen sowie das Reissen zu verhindern, sind sehr verschiedenartig.

1) Möglichst vollkommene Austrocknung. — Wie wesentlich, ja unerlässlich, das Trocknen des Holzes vor der Verarbeitung sei, ist bereits oben erwähnt worden. Es wird das Verfahren gerühmt, die Austrocknung vor dem Fällen (auf dem Stamme) zu bewerkstelligen. Zu diesem Zwecke wird der Baum im Frühjahre, sobald seine oberen Zweige anfangen Laub oder Nadeln zu treiben, von den Ästen an bis zur Wurzel herunter teilweise oder völlig entrindet; die Äste lässt man im natürlichen Zustande und der abgeschälte Baum bleibt so stehen bis zum Herbste, wo man ihn, wenn die Blätter vertrocknet sind, fällen und sogleich verarbeiten kann. Dem Holze wird hierbei auf natürlichem Wege das Wasser entzogen; es wird durch Harz, das im absterbenden Baum verhärtet, bedeutend schwerer, fester und dauerhafter, leistet der Pilzbildung und dem Angriff der Holzkäfer grössern Widerstand und ist zum Werfen weniger geneigt. Verschiedene Gründe stehen der allgemeinen Anwendung dieses Verfahrens entgegen, und der Regel nach muss deshalb das Lufttrocknen nach der Fällung stattfinden. Bei dessen Ausführung ist zu beobachten:

a. Dass es nicht zu rasch und eben deswegen zu ungleichförmig stattfinde, um der Entstehung der Risse vorzubeugen; dass es aber auch nicht zu sehr verzögert werde, weil sonst das Holz anfault (stockig wird).

Frischgefällte Stämme bringt man am besten unter einen luftigen (doch nicht zu sehr dem Zugwinde ausgesetzten) Schuppen mit gepflastertem Boden,

wo man sie in der ersten Zeit mit einer dünnen Lage trockenen Sandes bedecken kann. Rinde hindert das Austrocknen ungemein, ganz entrindete Stämme aber trocknen leicht zu schnell; zweckmässig ist es daher, einen Mittelweg einzuschlagen, indem man die Stämme teilweise entrindet (das Anplätzen), was z. B. in einem schraubenartigen Streifen oder in Ringen geschehen kann und letzternfalls das Ringeln genannt wird. Durch Bekleben der Hirnflächen mit Papier oder durch Bestreichen derselben mit Ölfarbe, Lehm u. s. w. sucht man die Ausdünstung der Feuchtigkeit an diesen Teilen zu hindern oder wenigstens zu mässigen und so dem Entstehen der Kernrisse vorzubeugen. Stets soll das Holz ringsum dem Zutritt der Luft möglichst gleichmässig ausgesetzt sein: man soll es nicht unmittelbar auf die Erde oder dicht aufeinander, sondern auf gehörige Unter- und Zwischenlagen legen; zu raten ist sogar, dass man es von Zeit zu Zeit umlege oder verrücke. Es wird als wesentlich angegeben, dass die zwischen die aufgeschichteten Bretter eingelegten Klötzchen u.s.w. am äussersten Ende derselben ihren Platz erhalten, widrigenfalls die über den Stützpunkt hinausragenden Enden stets aufreissen. Am vorteilhaftesten geht das Austrocknen von statten, wenn die Hölzer aufrecht gestellt werden, ohne sich gegenseitig zu berühren, ausser etwa am obern Ende, wo sie gegeneinander gelehnt sind. Hierbei sollen auch weniger Risse entstehen.

b. Dass es mit so kleinen Stücken vorgenommen werde, als die Bestimmung des Holzes gestattet; daher am besten in dem zur Verarbeitung ohnehin erforderlichen Zustande von Zerteilung (gespalten, zu Brettern geschnitten u. s. w.), oder sogar noch ferner zugerichtet.

Daher wird von Tischlern, Drechslern gern das schon in Gestalt der Arbeitstücke oder Bestandteile zugeschnittene Holz noch wochen- oder monatelang hingelegt, um völlig auszutrocknen.

c. Dass es so vollkommen als möglich geschehe, und das Holz in dem trockensten Zustande verarbeitet werde.

Tischler halten mit Recht für vorteilhaft, das Holz erst nach mehrjähriger Aufbewahrung zu verarbeiten. Fussböden müssen bei anhaltend trockener und warmer Witterung gelegt werden, um nachher so wenig als möglich durch Schwinden Fugen zu bilden.

Der Ungleichförmigkeit des Trocknens, welche beim Liegen des Holzes an der Luft, in der gewöhnlichen Temperatur, unvermeidlich ist und die so nachteiligen Risse verursacht, wird am besten vorgebeugt durch die sogenannten künstlichen Trocknungsverfahren. Von denselben sind die folgenden anzuführen:

a. Trocknen durch Aufsaugenlassen der Feuchtigkeit seitens pulverförmiger Stoffe (I, 531). Man bettet das zu trocknende Holz so in die zur Aufnahme der Feuchtigkeit bestimmten Stoffe, dass ersteres völlig und reichlich bedeckt ist. Ist die Verteilung der letzteren eine gleichförmige, so muss auch ihre Einwirkung auf das Holz überall gleich sein, mindestens viel gleichartiger wie die der Luft, welche naturgemäss sehr verschieden rasch den aufgenommenen Wasserdampf abführt, also auch an den verschiedenen Stellen des Holzes verschieden trocknend wirkt. Vor allen Dingen wird das zu rasche Trocknen an einzelnen Stellen verhindert. Als aufsaugendes Pulver benutzt man vorwiegend Sand, welcher entweder durch die Sonnenstrahlen oder durch künstliche Erwärmung (bis 60° C.) vorher getrocknet wurde, zuweilen aber auch andere Stoffe, z. B. Knochenkohle, Beinschwarz, Torfstreu.[1]) Dem erwähnten Verfahren lässt man die Behandlung mit künstlich (verhältnismässig) trockengemachter Luft folgen, sofern nicht den vorher genannten Trockenpulvern während ihrer Wirksamkeit Wärme zugeführt wird.

b. Trocknen durch künstlich trockengemachte Luft. Es giebt zwei Wege, um die Luft verhältnismässig trocken zu machen: Einwirkung

---

[1]) D. p. J. 1884, **253**, 300.

rassergieriger Stoffe auf die Luft (I, 534) und Änderung der Lufttemperatur I, 144, 534). Ersteres Verfahren wird, seiner Kostspieligkeit halber, für die zum Trocknen des Holzes bestimmte Luft nur selten angewendet; letzteres bil-let die Regel. Für manche Zwecke bestimmtes Holz verträgt keine hohe Tem-peratur. Um dem gerecht zu werden, kühlt man wohl zunächst die Luft (in-lem man sie durch Röhren führt, die äusserlich von kaltem Wasser bespült werden), um ihr eine entsprechende Wassermenge zu entziehen und erwärmt ie sodann[1]); sonst wird die freie Luft erwärmt, nicht selten bis 100°.

Für kleinere Betriebe schichtet man das Holz in Trockenkammern auf und ässt es dort von der Luft bespülen.[2]) Es ist hier die Frage zu erörtern, ob ich empfiehlt, die trocknere Luft oben oder unten einströmen, die mit Feuchtig-reit beladene dagegen unten oder oben abfliessen zu lassen. Bedenkt man, lass die trocknere Luft (mit seltenen Ausnahmen) die Verdunstungswärme für lie von ihr aufzunehmende Feuchtigkeit zu liefern hat, so findet man bald, lass die feuchtere Luft ein höheres Einheitsgewicht hat als die trocknere, weil rstere kälter ist als letztere. Es ist daher im allgemeinem richtig, die wär-nere, trocknere Luft oben ein- und die kältere, feuchte Luft unten abzuführen. Venn man jedoch die Luftwege innerhalb des aufgestapelten Holzes bestimmt erteilen, die Luft durch sie in entsprechendem Grade zu treiben vermag, so st die umgekehrte Bewegung der Luft (von unten nach oben) zu rechtfertigen. ollte aber die Verdunstungswärme durch verteilte Heizflächen (z. B. in verschie-enen Höhen angeordnete Dampfröhren) regelmässig ersetzt werden, so würde elbstverständlich die Luftbewegung von unten nach oben entschieden im Vorteil ein, weil feuchte Luft leichter ist als trockene gleicher Temperatur.

Man führt zuweilen den Rauch einer Feuerung, welcher alsdann mit rossem Luftüberschuss behaftet ist (I, 156) unmittelbar in die betreffende rockenkammer, teils lediglich um an Anlagekosten zu sparen, zuweilen aber uch, um das dem Brennstoff (Holzabfälle) entstammende Kreosot dem zu trock-enden Holze zuzuführen, dieses hierdurch vor Fäulnis und Wurmfrass schützend.[3])

Grosse Betriebe benutzen kanalartige Trockenräume, welche das Holz auf Vagen durchschreitet, während die Trocknungsluft den entgegengesetzten Weg acht (I, 536). Man gewinnt hierdurch nicht allein eine grössere Leistungs-higkeit, sondern auch die Möglichkeit, die Vorteile des Gegenstromes (I, 533) enutzen zu können.

c. Verdunsten der Feuchtigkeit in verdünnter Luft. Das durch ämpfen in einem luftdichten Raume ausgelaugte Holz (s. w. u.) lässt sich ver-ältnismässig rasch trocknen durch bedeutende Minderung der Spannung in esem Raum unter diejenige der Atmosphäre, sei es durch eine Luftpumpe[4]), ler dadurch, dass man zunächst Wasser und Dampf freien Abfluss gewährt, ann aber das betreffende Gefäss luftdicht schliesst, sodass durch Abkühlen des origbleibenden Dampfes eine mässige Abnahme der Spannung herbeigeführt ird.[5]) Die für das Verdunsten erforderliche Wärme wird entweder von dem irch das vorhergehende Dämpfen erwärmten Holz sowie Dämpfgefäss geboten, ler muss von aussen eingeführt werden.

2) Auslaugen des Holzes. Die festen Bestandteile des Saftes heinen die Eigenschaft des Holzes, aus feuchter Luft Wasser anzuziehen, orwiegend hervorzubringen. Thatsache ist, dass ausgelaugtes Holz den inflüssen des Feuchtigkeitswechsels seiner Umgebung weit weniger unter-

---

[1]) D. p. J. 1878, **230**, 133 m. Abb.
[2]) Wiebe, Handb. d. Maschinenkunde, Bd. 1 (Stuttgart 1858), S. 37 m. Abb.
D. p. J. 1856, **139**, 182 m. Abb.; 1858, **150**, 268 m. Abb.
Polyt. Centralbl. 1862, S. 1425 m. Abb.
Bayer. Industrie- u. Gewerbebl. 1870, S. 230 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1863, **169**, 422; 1875, **218**, 106 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1829, **31**, 26 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1888, **267**, 439.

worfen ist, als mit dem Saft getrocknetes. Dazu kommt, dass ausgelaugtes Holz viel rascher getrocknet werden kann, als mit dem natürlichen Saft beladenes, indem die festen Bestandteile des Saftes im Verlauf des Trocknens die Poren des Holzes mehr oder weniger verstopfen, dass ferner das ausgelaugte Holz dem Wurmfrass wie der Fäulnis weniger unterliegt, als das mit dem Saft getrocknete. Das Auslaugen des Holzes ist vielfach gebräuchlich; seine allgemeine Anwendung wird nur gehindert durch die Abnahme der Festigkeit und Zunahme der Sprödigkeit, welche das Holz erleidet, und durch die entstehenden Kosten.

Ohne Kostenaufwand findet das Auslaugen statt bei dem Flössen des Holzes. Auch bei der zuweilen vorkommenden Aufspeicherung der rohen Holzstämme oder Blöcke in einem Teiche — welche das Hervorziehen eines bestimmten Blockes aus dem ganzen Vorrat sehr erleichtert — gewinnt man einen gewissen Grad der Auslaugung nebensächlich. Handwerker legen das Holz absichtlich in einen Bach oder — in Ermangelung eines solchen — in einen hölzernen Behälter, dessen Wasserinhalt von Zeit zu Zeit erneuert werden muss, um das Überhandnehmen üblen Geruches zu hindern. Das erfolgreiche Auslaugen in kaltem Wasser erfordert — je nach Dicke der Stücke und dem verlangten Grad der Auslaugung — 4 Wochen bis 2 Jahre Zeit. Kochendes Wasser löst den Saft viel rascher, anscheinend noch besser der Wasserdampf, bezw. das aus diesem niedergeschlagene Wasser. Man benutzt zum Auslaugen mittels Dampfes zuweilen einen Holzkasten, dessen Abmessungen nach denjenigen der vorkommenden Hölzer gewählt sind, und welcher nach der Beschickungsseite, woselbst eine Holzklappe sich befindet, geneigt aufgestellt ist, sodass das gebildete Niederschlagswasser durch die unvermeidlichen Undichtheiten dieses Klappenverschlusses abzufliessen vermag. Den Dampf, welcher selbstverständlich nur sehr wenig mehr Spannung als die Atmosphäre haben darf, lässt man an der höchsten Stelle des Kastens einströmen. Am unteren Rande der Eintragklappe fliesst dann zunächst klares Wasser ab. Dasselbe zeigt aber bald eine zunehmende Trübung, die sich bis zu brauner Färbung steigert. Von einem gewissen Zeitpunkt ab wird die Färbung geringer, bis schliesslich das abfliessende Wasser wieder klar ist, und dadurch bekundet wird, dass die völlige Auslaugung vollzogen ist. In den wenigsten Fällen will man so weit gehen; es gewährt nun die Beobachtung des abfliessenden Wassers, bezw. dessen wechselnder Färbung die Möglichkeit, den gewünschten Grad der Auslaugung mit genügender Sicherheit zu erreichen, bezw. das Auslaugen rechtzeitig zu unterbrechen. Grössere Werke benutzen aus Eisenblech gefertigte Dämpfgefässe, welche oft grosse Abmessungen (bis 2 *m* Durchmesser und 10 *m* Länge) haben, weniger Dampfverluste herbeiführen und so eingerichtet sind, dass man die mit Holz beladenen Wagen hineinschieben, bezw. herausziehen kann. Eine höhere Spannung des Dampfes anzuwenden — was die eisernen Dämpfgefässe gestatten würden — scheint keinen erheblichen Vorteil zu bringen. Die Auslaugung durch Dampf vollzieht sich in 6 bis 60 Stunden.

Das gedämpfte Holz ist durch und durch von dunklerer Farbe, als es vor der Behandlung war (Tanne und Fichte bräunlichgelb, Birnbaum rötlichbraun, Ahorn rötlich, Mahagoni tiefrot, Buche braun, Eiche russbraun, Nussbaum schwarzbraun, Kirschbaum heller oder dunkler rot); im völlig getrockneten Zustande leicht, beim Anschlagen mit dem Fingerknöchel hellklingend, zu dünnen Spänen gehobelt leicht zerreiblich. Noch warm und nass aus dem Dampfkasten genommen, lässt es sich leicht biegen, und behält diese Gestalt fernerhin vollkommen bei, wenn es im gebogenen Zustande erkaltet und einigermassen getrocknet ist. — Das gedämpfte und wieder völlig ausgetrocknete Holz hat 20 bis 40% von dem Gewichte verloren, welches es im frischen (grünen) Zustande besass, und ist um 5 bis 10% leichter als bloss getrocknetes. Es ist härter, zieht in feuchter Luft oder im Wasser bedeutend weniger Feuchtigkeit an, und quillt dabei in viel geringerem Masse, unterliegt folglich auch dem Schwinden und Werfen weniger, als unausgelaugtes.

Die Dampfauslaugung kann in einigen Fällen sehr nützlich mit dem Pressen des Holzes verbunden werden, z. B. zum Zubereiten der hölzernen Keile und Nägel, welche zur Befestigung der Eisenbahnschienen in den Schienenstühlen, und der letzteren auf den Schwellen angewendet werden. Diese Stücke werden durch eine kräftige Maschine gewaltsam, ihrer Längenrichtung nach, in eine gussseiserne Form eingeschoben, welche an ihrer Mündung trichterähnlich gestaltet und so eng ist, dass sie eine bedeutende Zusammendrückung des Holzes bewirkt und Saftflüssigkeit herauspresst. Hiernach kommen die Formen samt den in ihnen enthaltenen Holzstücken in einen Dampfkasten, der mit hochgespanntem Wasserdampfe gefüllt wird. Letzterer zieht den Rest der Saftstoffe aus dem Holze, welches nach diesen Behandlungen fest, hart, klingend, für Witterungs-Einflüsse wenig empfänglich erscheint.

3) Tränken oder Überziehen mittels der Feuchtigkeit widerstehender Stoffe. Bei dem Nadelholze, besonders den harzreicheren Gattungen desselben, bietet der Harzgehalt gewissermassen ein natürliches Schutzmittel dieser Art dar. Von künstlichen Zubereitungen gehören hierher: das Tränken mit heissem Leinöl oder Einreiben mit Leinölfirnis, das Firnissen, das Anstreichen mit Ölfarbe oder Teer. Auf noch nicht völlig trocknes Holz angewendet, bringen diese Mittel jedoch mehr Schaden als Nutzen, weil sie das Verdunsten der im Innern befindlichen Feuchtigkeit unmöglich machen und dadurch zur Fäulnis Veranlassung geben. — Zarte Holzarbeiten, welche einen andern Anstrich nicht vertragen, kann man (nach vorausgegangener guter Austrocknung) mit feinem Graphitpulver mittels einer Bürste einreiben.

Bei dem gewöhnlichen Tränken mit Leinöl (durch wiederholtes Bestreichen) dringt letzteres, selbst wenn es erhitzt ist, nur auf geringe Tiefe ein; eine durch und durch gehende Sättigung mit Öl ist dagegen zu erlangen, wenn man die Holzstücke in einem starken ölgefüllten, verschlossenen, eisernen Gefäss dem Drucke aussetzt, welcher durch fortdauerndes Hineinpressen von Öl mittels einer kräftigen Druckpumpe erzeugt wird[1]: das Öl bedarf in diesem Falle keiner vorgängigen Erhitzung, und die Zubereitung sichert das Holz nicht nur gegen Werfen, sondern auch in ausgezeichnetem Grade gegen Fäulnis und Wurmstich.

4) Zweckmässige Wahl der Fasernrichtung bei Holzarbeiten.

Holzplatten, welche über Hirn zugeschnitten sind (d. h. so, dass ihre Fläche Hirnholz ist, und der Lauf der Fasern der Höhe oder Dicke entspricht), sind wenig dem Werfen ausgesetzt, daher man zur Ausarbeitung kleiner Holzschnitte — auch abgesehen von der grösseren Leichtigkeit und Gleichförmigkeit, womit sich in Hirnholz graben lässt — Platten von der beschriebenen Art anwendet. — Wenn ein Loch in einem Brette u. s. w. durch einen hineingeleimten Pfropf auszufüllen ist, muss man letzteren so zurichten, dass nicht Hirnholz, sondern die Faserseite auf die Oberfläche kommt, und zwar übereinstimmend mit dem Fasernlaufe des Hauptstückes. Läge die Hirnseite frei, so würde der Pfropf, beim mit der Zeit erfolgenden Eintrocknen und Schwinden des Ganzen, eine Hervorragung auf der Oberfläche bilden, wegen der sehr ungleichen Schwindung von Längenholz und Querholz. — Bei der Zusammensetzung grosser Flächen aus viereckigen Tafeln, welche als Füllungen in die Räume eines Rahmwerkes eingefügt werden, ist zu empfehlen, diese Tafeln mit ihren Fasern nach verschiedenen Richtungen in regelmässiger Abwechslung zu legen: indem hierdurch das Bestreben des Werfens sich verteilt und dadurch teilweise ausgleicht. Bretter, welche — sei es durch Spalten oder mittels der Säge — so aus dem Stamm gewonnen sind, dass die Breitseite derselben in die Richtung der Markstrahlen

[1] D. p. J. 1845, **169**, 422.

fällt, sind — sofern ihre Fasern geradlinig verlaufen — dem Werfen nicht merkbar unterworfen, indem das kleinste Schwinden in der Richtung der Breitseite, aber hier überall gleich, das grösste Schwinden in der Dickenrichtung stattfindet. Die Dicke und Breite solcher Bretter wechselt demnach mit dem Feuchtigkeitswechsel, die gerade Gestalt ändert sich aber nicht. Hiervon wird vielfach Gebrauch gemacht; einer allgemeineren Anwendung des Verfahrens, die Baumstämme in der Richtung der Markstrahlen zu zerlegen, verbietet sich hauptsächlich durch den mit ihm verbundenen bedeutenden Abfall. Breite, durch gleichlaufende Schnitte erzeugte Bretter zerschneidet man, statt sie im ganzen anzuwenden, nach einer Linie, die längs durch den Kern geht, und leimt die getrennten Hälften widersinnig (Kern an Splint) wieder zusammen: hierdurch will man erreichen, dass die meisten zum Schwinden und folglich zum Werfen geneigten Teile (welche die mittleren sind) von einander getrennt werden, und nicht mehr so übel wirken, als sie vereinigt gethan hätten. Dieses Verfahren, welches von einigen sehr empfohlen wird, hat gleichwohl — seinen guten Erfolg auch allenfalls zugegeben — bestimmt den Nachteil, dass die nebeneinander gelegten Splint- und Kernseiten in der Dicke ungleich schwinden, wodurch Unebenheiten auf der Oberfläche entstehen, die besonders bei feiner (namentlich bei fournierter) Arbeit schädlich für das schöne Ansehen sind. Deshalb raten andere gerade entgegengesetzt, zwar die Bretter der Länge nach zu zerschneiden, um die jederzeit rissigen Kernteile zu entfernen, dann aber wieder Kern- an Kernseite (und ebenso beim Zusammenfügen mehrerer Bretter stets Kern an Kern und Splint an Splint) zu leimen.

5) Zusammenfügung aus kleinen Teilen; weil jedes einzelne kleine Stück minder starke Ungleichheiten des Gefüges darbietet, auch nur eine geringe Veränderung durch Schwinden oder Werfen erleiden kann, folglich die Veranlassung zu bedeutender Gestalts-Entstellung oder zum Reissen — welches in grossen Holzmassen mit ununterbrochenem Zusammenhange der Fasern, vorzüglich wegen deren unvermeidlich viel ungleichförmigeren Beschaffenheit, so leicht eintritt — wegfällt.

Die Praxis findet jedoch manche Hindernisse gegen die allgemeine Befolgung dieses Gedankens darin, dass die Bearbeitung zu kostspielig, oder die Festigkeit, auch wohl die Schönheit beeinträchtigt wird. Wo es indessen mit den sonstigen Zwecken vereinbar ist, verdient das Verfahren Empfehlung, und in gewissen Fällen wird es unerlässlich. So bildet man grosse Tafelflächen, die sich streng unverändert halten müssen, wie z. B. die Billards, aus schmalen (höchstens 15 *cm* breiten) Bohlen. Die Platten, worauf grosse Holzschnitte gearbeitet werden, setzt man in ähnlicher Weise aus 12 bis 18 *mm* breiten Stäbchen zusammen, welche mittels quer durchgehender dünner, an den Enden mit Muttern versehener Schraubbolzen scharf aneinandergepresst werden. Ein ähnliches Verfahren in grösserem Massstabe ist S. 147, die Giesstafeln der Orgelbauer betreffend, erwähnt worden. Bei der Verfertigung grosser hohler Walzen (Trommeln) für gewisse Arbeitsmaschinen (Woll- und Baumwoll-Krempeln u. s. w.) legt man auf den Umkreis eines aus mehreren eisernen Rädern gebildeten Gerippes, gleichlaufend zur Achse desselben und dicht nebeneinander, 8 bis 15 *cm* breite, des Zusammenpassens wegen keilförmig gearbeitete Holzstäbe. Kleinere solcher Walzen, die nicht hohl sein können, bildet man, statt sie aus dem Ganzen zu verfertigen, aus vier oder sechs keilförmigen, mit ihren Schärfen im Mittelpunkte zusammenstossenden Teilen. Ja für gewisse Zwecke, wo es (wie bei den Walzen-Mangen, Glandern) auf äusserste Unveränderlichkeit hölzerner Walzen ankommt, ist sogar versucht worden, dieselben aus einer Menge Holzscheiben von höchstens 2 *mm* Dicke, die — mit schwachem Leim bestrichen — auf eine eiserne Achse geschoben und stark aneinandergepresst wurden, zusammenzusetzen; dieses Verfahren würde Empfehlung verdienen, wenn man nicht noch bessere, auf gleiche Art (nur ohne Leim) aus Papier- oder Pappeblättern gemachte Walzen hätte. Wo die Umstände es erlauben, und namentlich der Preis

der Arbeit es gestattet, setzt man grosse, vor dem Verwerfen zu schützende Holzflächen nicht aus ganzen Bretterlängen, sondern aus kurzen, in ein Rahmenwerk eingefügten Tafeln zusammen. Die mit sogenannten Füllungen versehenen Thüren und Wandvertäfelungen, in noch ausgedehnterem Masse die Parkettböden (getäfelten Fussböden), geben Beispiele hiervon. Auf ähnliche Weise verfertigt man oft das Blatt des Billardtisches, wobei man noch die Vorsicht anwenden kann, die Füllungen so zu legen, dass von je zwei benachbarten die eine Längenholz in eben der Richtung darbietet, in welcher die andere Querholz hat (s. oben, 3).

Ein merkwürdiges Beispiel von der Zusammensetzung aus kleinen Teilen, in der Absicht das Werfen zu verhindern (gelegentlich allerdings auch zur Zierde) sind die Billardstöcke (Queues). Man macht dieselben wenigstens aus 6 bis 8 Stücken, oft von mehrerlei Holz und mit mannigfaltigen Verbindungen der Teile unter sich[1]); es giebt aber dergleichen, an denen der mittlere, etwa 90 *cm* lange Körper (ohne Griff und Spitze) aus Hunderten, ja Tausenden (z. B. 3600) kleiner, durch Leim verbundener Stückchen besteht.

Manchmal sucht man, und nicht ohne Erfolg, dem Werfen einer Holzfläche dadurch vorzubeugen, dass man sie aus zwei oder drei Schichten (Dicken) zusammenleimt, und zwar oft aus verschiedenen Holzarten; z. B. oben und unten Lindenholz, in der Mitte Mahagoniholz. Da jede Schicht ihr eigenes und besonderes Mass von Neigung zum Werfen hat, so wirken sie hierdurch einander hindernd entgegen; wozu noch kommt, dass in dünnen Holzlagen zum grossen Teile die Ungleichförmigkeiten des Gefüges wegfallen, welche das Werfen befördern. Gut ist es, die Schichten so zu legen, dass die Richtungen ihrer (in gleichlaufenden Ebenen liegenden) Fasern sich kreuzen, was man durch den Ausdruck: über Quer zusammenleimen, bezeichnet. Dieses bei vielen Gelegenheiten sehr zu empfehlende Verfahren wird z. B. bei den Kattun- und Tapeten-Druckformen angewendet, welche der Gefahr des Werfens ausserordentlich unterliegen, indem sie auf einer Fläche stets trocken bleiben, während auf der andern Fläche die aufgetragene Farbe sie in Nässe erhält. Man bildet diese Formen aus drei Holzdicken, nämlich zwei (über Quer aufeinander geleimten) von Tannenholz und einer von Birnbaumholz (welche letztere die eingeschnittene Zeichnung enthält). Oft begnügt man sich mit einer Schicht von Birnbaumholz und einer von recht trockenem Eichenholz. Ersparung an dem teuren Birnbaumholz ist ein Nebenzweck, den man in diesen Fällen zugleich erreicht.

Kann man bei der ebengedachten Zusammensetzung mehrerer Holzdicken den Leim durch ein der Feuchtigkeit widerstehendes Mittel ersetzen, so ist der Erfolg noch besser. Daher hat man vortreffliche Zeichenbretter, Holztafeln zu Gemälden u. s. w. auf die Weise hergestellt, dass man zwischen die einzelnen mit sich kreuzenden Fasernrichtungen übereinander gelegten Schichten gepulverten Schellack streute, das Ganze — mit einer stark erwärmten dicken Eisenplatte darüber und darunter — in eine Presse brachte und unter derselben erkalten liess. — Endlich möge angeführt werden, dass man bei einzelnen Gelegenheiten dem Werfen des Holzes durch Verstärkungen mittels eiserner Schienen, Stäbe, Platten u. dgl. entgegenwirken kann, die man auf der Oberfläche oder im Innern desselben anbringt. Sehr oft ist aber der Erfolg hiervon, dass das am Werfen gewaltsam gehinderte Holz zerreisst (aufspaltet), indem sein Zusammenhang durch die in ihm entstehende Spannung überwunden wird.

6) Zusammenfügung, welche das Schwinden und Quellen gestattet, das Werfen aber hindert.

An Thüren, Möbel, Hinterwänden u. s. w. mit sogenannten Füllungen werden diese in Nuten des Rahmenholzes ohne Leim eingesetzt, damit sie sich, wenn sie schwinden, ungehindert zusammenziehen können. Bei Thüren, die mit Farbe angestrichen sind, kann man oft den Erfolg hiervon bemerken, nämlich längs der Kante des Rahmholzes einen schmalen, von Farbe entblössten Streif

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 181.

auf der Füllung, welcher nichts ist, als ein beim Schwinden der Füllung aus dem Rahmholze hervorgetretener Teil der ersteren. Diese Bewegung verursacht zuweilen, wenn sie plötzlich stattfindet, ein Krachen, welches dem von aufreissendem Holze ähnlich, aber natürlich gefahrlos ist. — Breite, aus Brettern gebildete Flächen versieht man gern an den Hirnenden mit Leisten, deren Fasern rechtwinklig gegen die Fasern der Fläche laufen (Hirnleisten), und welche mittels Nut und Feder angesetzt werden. Indem diese Leisten Längenholz in derjenigen Richtung darbieten, in welcher die Fläche sich zu krümmen strebt, zwingen sie dieselbe mehr oder weniger, diese Krümmung zu unterlassen. Das Rahmholz an Füllungen, sowie die Friese bei Parkettböden (S. 577) wirken in derselben Weise auf die dazwischen befindlichen Holztafeln. Da man Hirnleisten indessen nur an den äussersten Enden einer Bretterfläche anbringen kann, so reicht, selbst wenn sie ziemlich breit sind, ihre Wirkung selten zur völligen Erreichung des beabsichtigen Zweckes hin; namentlich können sie nicht verhindern, dass die ganze Fläche eine windschiefe Gestalt annimmt. Besser in jeder Hinsicht ist es daher, wenn die Umstände es erlauben, auf der hinteren Fläche der Brettertafel dickere Leisten (ebenfalls quer gegen den Faserntauf) anzubringen, die dann mittels eines sogenannten Grates ihre Befestigung erhalten und über jene Fläche hervorragen: eingeschobene Leisten, Gratleisten. Hier ist auch die Verbindung der Bretter durch Hirnfedern bei Fussböden u. s. w. zu erwähnen, wovon später noch die Rede sein wird.

Fäulnis des Holzes. — Die reine Holzfaser an sich ist ein in sehr geringem Grade der Veränderung und Zerstörung durch die Zeit unterworfener Stoff. Wenn wir gleichwohl beobachten, dass das Holz selbst dann dem Verderbnisse unterliegt, wenn keine erkennbar nachteiligen Einflüsse von aussen auf dasselbe wirken, so ist diese Erscheinung der Gegenwart von Stoffen zuzuschreiben, welche der Faser selbst fremd sind, nämlich der Mehrzahl der in dem Safte aufgelösten Bestandteile, welche bereits als eine mittelbare und vorzügliche Ursache anderer sehr nachteiliger Erscheinungen erwähnt wurden.

Bestimmte Erfahrungen sprechen zur Rechtfertigung dieser Annahme. Kocht man Holzsägespäne wiederholt und vollständig mit Wasser aus, so tritt die erhaltene mehr oder weniger gefärbte Flüssigkeit, in welcher die Bestandteile des Saftes vereinigt sind, bald in Gärung, nimmt anfangs einen säuerlichen, später einen fauligen Geruch an, und bedeckt sich mit Schimmel; wogegen die ausgekochten Späne, selbst im feuchten Zustande, in langer Zeit keine Veränderung erleiden. Giesst man auf diese Späne einen Teil der durch das Auskochen gewonnenen Flüssigkeit (die man vorher durch Abdampfen angereichert hat, um sie der natürlichen Beschaffenheit des Saftes zu nähern), vermengt beide gut miteinander und stellt das Ganze in mässige Wärme, so findet die schon erwähnte Gärung statt, und es zeigt sich, dass durch dieselbe auch die Späne angegriffen werden, welche sich nach und nach in eine zerreibliche Masse verwandeln. Dampft man die vom Auskochen herrührende Flüssigkeit bis zur Trockenheit ab, so lässt sie einen Rückstand, der die Feuchtigkeit der Luft stark anzieht und wieder flüssig wird, wenn nicht etwa die Hitze beim Abdampfen so gross war, dass sie ihn zum Teil zersetzen und verkohlen konnte. Man kann sich hiernach erklären, was in dem sich selbst überlassenen Holze vorgehen muss, wenn es nicht den äussersten Grad von Trockenheit hat und denselben ununterbrochen behält: ein Fall, der bei der Anwendung des Holzes in der Regel nicht vorkommt. Die Saftstoffe in Verbindung mit Wasser, welches sie entweder nie verloren oder nachher wieder von aussen angezogen haben, gehen in Gärung über und verändern hierbei die Faser, welche ihren Zusammenhang verliert und zuletzt einen erdartigen zerreiblichen Zustand annimmt. Dies ist die Fäulnis, das Vermodern, Vermorschen, Verstocken des Holzes, wodurch dasselbe seine Härte, Biegsamkeit und Festigkeit, je nach den Umständen in längerer oder kürzerer Zeit, verliert. Wenn diese Zerstörung, besonders unter

dem Zugange einer grösseren Menge Feuchtigkeit, bis zu dem Grade gediehen ist, dass das faserige Gefüge in die erdartige überzugehen anfängt, so gedeiht auf der Oberfläche des Holzes der Schwamm, Holzschwamm, Hausschwamm vortrefflich, welcher nun seinerseits, da er seine Nahrung aus dem Holze zieht, dessen Zerstörung beschleunigt. Eine einzige Pilzart ist es, welche auf faulendem Holze in Gebäuden zum Vorschein kommt (der thränende Netzpilz, *Merulius lacrymans*, auch *Mer. destruens*, *Mer. vastator*, *Boletus lacrymans*, *Xylophagus lacrymans* und *Xylomyzon destruens* genannt); sie kündigt sich im Entstehen durch weisse, nach und nach um sich greifende, in ein graues Faserngeflecht übergehende Flecken an, und erscheint ausgebildet als häutige oder korkartige, meist nur dünne, oft aber gegen 25 *mm* dicke Masse, gewöhnlich von brauner Farbe, einen unangenehmen und ungesunden Modergeruch verbreitend, benachbartes gesundes Holz ansteckend.[1])

Man unterscheidet, nach den Umständen, unter welchen die Fäulnis des Holzes vor sich geht, zwei Arten derselben: die nasse und die trockene, welche übrigens im wesentlichen miteinander übereinstimmen. Die nasse Fäulnis, Fäulnis im engern Sinne, findet statt bei vorhandenem Übermasse von Feuchtigkeit, wodurch das Holz ohne Unterbrechung in der Zerstörung fortfährt (wie in feuchter Erde); die trockene Fäulnis, Trockenfäule, Trockenmoder, im besonderen das Vermodern, Vermorschen, Verstocken genannt, tritt ein bei geringerem und abwechselnd bald steigendem, bald sinkendem Feuchtigkeits-Zustande, wo also die Zerstörung in Zwischenzeiten wegen mangelnder Feuchtigkeit gemindert oder gar unterbrochen wird und im ganzen langsamer fortschreitet (z. B. auf feuchter Erde oder in Luft und Wetter, dann auch überall, wo schlecht getrocknetes Holz gehindert ist, seine natürliche Feuchtigkeit durch Ausdunsten zu verlieren, ohne eben von aussen der Nässe ausgesetzt zu sein). Die Hölzer faulen nicht alle gleich leicht und schnell. Aus Erfahrungen geht hervor, dass im allgemeinen Eichen-, Ulmen-, Lärchen-, Föhren-, Fichtenholz zu den dauerhaftesten Arten gehören; Eschen-, Buchen-, Erlen-, Birkenholz weniger, endlich Weidenholz, Pappelholz am wenigsten dauerhaft sind. Manche Hölzer halten sich im Nassen besser als andere, die dagegen oft im Trocknen den Vorzug vor jenen verdienen. So dauert die Erle weit länger in der Nässe, als Fichte oder Buche, ungeachtet sie in freier Luft angewendet beiden genannten nachsteht.

Zur Fäulnis im allgemeinen sind Feuchtigkeit und eine gewisse Wärme wesentliche Bedingungen; hieraus, sowie aus der Berücksichtigung des Umstandes, dass beim Holze der Saft es ist, dessen Gegenwart diese Zerstörung herbeiführt, ergeben sich die Mittel, welche zur Abhaltung der (trockenen sowohl als nassen) Holzfäulnis mehr oder weniger tauglich sind, und nach Massgabe der Umstände gewählt werden müssen. Sie sind folgende:

Vermeidung der Anwendung von nassem oder unvollkommen ausgetrocknetem Holze, oder in gewissen Fällen wenigstens eine Anwendung des Holzes, bei welcher es nach seiner Verarbeitung hinlänglich der Luft ausgesetzt ist, um den Teil der Saftfeuchtigkeit, welchen es noch enthält, durch Austrocknung zu verlieren. Schutz vor dem Zutritte äusserer Feuchtigkeit; z. B. durch Bedeckung oder durch wasserabhaltende Anstriche (Ölfarbe, Firnis, heissen Holz- oder Steinkohlenteer), wobei indessen hinsichtlich der letzteren die schon (S. 575) gemachte Bemerkung gilt, dass sie nicht anders als auf gut ausgetrocknetes Holz angewendet werden sollen. Auf allen Seiten stets von fliessendem Wasser umgeben, ist das Holz dem Faulen nicht unterworfen. Über Öltränkung vergl. S. 575. — Den zum Teeren angewendeten Steinkohlenteer kann man zweckmässig vorher mit gepulvertem Kolophonium und Schwefel

[1]) Fr. H. Fritzsche, Vollständige Abhandlung über den Hausschwamm. Dresden 1866. (4. Heft der Mitteilungen des sächs. Ingenieur-Vereins.)
Deutsche Bauzeitung 1888, S. 77, 101, 115 m. Abb.

kochen; sehr zu empfehlen ist auch eine Mischung von 2 Mass Steinkohlenteer, 1 Mass Holzteer (beide zusammen mit etwas Kolophonium aufgekocht) und 4 Mass frisch zu trockenem Pulver gelöschten Kalk. Unterhaltung eines Luftwechsels, um das Holz durch Anbringung von Luftzugkanälen oder niederen hohlen Räumen (unter den zu schützenden Fussböden), welche einerseits mit den Schornsteinen, anderseits mit der äusseren Atmosphäre in Verbindung stehen. Fernhaltung der Berührung mit solchen Körpern, welche die Fäulnis einleiten, also z. B. der feuchten Erde. Hierauf beruht teilweise der Schutz des in der Erde liegenden Holzes durch Teeranstrich; oder durch Bestreichen mit starker Schwefelsäure (Vitriolöl), welches eine oberflächliche Verkohlung herbeiführt, oder durch äusserliche Verkohlung mittels Anbrennens. In allen drei Fällen ist die Holzoberfläche mit einer dünnen Schicht eines der Fäulnis widerstehenden Stoffes (Teer, Kohle) umgeben, welche sie von der Erde trennt und wenigstens dem Anfaulen von aussen herein vorbeugt. Veränderung der gärungsfähigen Saftstoffe durch Einwirkung der Hitze, wobei sie das Vermögen, in Gärung zu gehen und Feuchtigkeit anzuziehen, verlieren. Hierauf beruht — wenigstens zum Teil — die Erfahrung, dass gedörrtes (bei starker Wärme bis zum Braunwerden getrocknetes) oder gar oberflächlich angekohltes Holz besser der Fäulnis widersteht, als nur lufttrocken gemachtes. Dabei ist zu bemerken, dass eine solche nur teilweise vorgenommene Zubereitung nichts hilft, wenn auf anderen Stellen die Feuchtigkeit Zugang in das von der Hitze weniger oder garnicht veränderte Innere gewinnen kann, weil dann die Fäulnis von innen heraus stattfindet. Pfähle, welche man in die Erde versenkt, sollen daher nicht nur an dem eingegrabenen Teile verkohlt, sondern auch über der Erde wenigstens braungeröstet und an dem oberen Hirnende mit Kupferblech, Eisenblech oder gewalztem Blei u. s. w. bedeckt werden. Wegschaffung des Saftes. — Schon beim Fällen des Holzes kann in dieser Beziehung viel gewirkt werden. Dass das Holz ausser der Saftzeit, also vor Anfang der wärmeren Frühlingszeit, wo der Saft in den Bäumen aufsteigt, gefällt werden müsse, ist ein wichtiger Umstand. Wenn man die gefällten Stämme unentwipfelt auf dem Platze liegen lässt, so schlagen im Frühjahre die Zweige aus, und ziehen durch das eintretende Wachstum der Blätter den Saft aus dem Stamme, welcher erst nach dem Abwelken des Gipfels weggefahren und dann dem Trocknen auf gewöhnliche Weise überlassen wird. Es ist Thatsache, dass dieses Verfahren die Neigung des (nun saftärmeren) Holzes zur Fäulnis vermindert. Die Behandlung des Holzes durch Dampfauslaugung (S. 574) ist das beste Mittel zur Entfernung der Saftstoffe, und wirkt also kräftig zur Verhinderung der Fäulnis, was mit dem weniger wirksamen Auslaugen oder Auskochen in Wasser in geringerem Grade der Fall ist.

Insbesondere verwendet man zur Verhütung der Fäulnis das Tränken (Imprägnieren) des Holzes mit Stoffen, welche teils unmittelbar fäulniswidrig sind, teils die Saftstoffe chemisch verändern.[1]) Hierher gehört das Räuchern, das Kochen in Salzwasser (Kochsalzauflösung), das Tränken mit starker Salzsole, Meerwasser, Alaun-, Eisenvitriol, Kupfervitriol- oder Chlorzink-Auflösung, mit holzessigsaurem Eisen, Teeröl, Kreosot, verdünnter Schwefelsäure; das Verkieseln, oder Durchdringen mit einer Auflösung von kieselsaurem Kali oder Natron (dem sogenannten

---

[1]) E. Buresch, Über die verschiedenen Verfahrungsarten und Apparate, welche beim Imprägnieren der Hölzer Anwendung gefunden haben. (3. Heft der Mitteilungen des sächsischen Ingenieur-Vereins.) Dresden 1860.

D. p. J. 1852, **123**, 146; 1859, **153**, 12; 1871, **202**, 174; 1873, **210**, 77, **211**, 480, **212**, 529, **213**, 360, **214**, 251; 1875, **215**, 471, **218**, 370, 527; 1876, **221**, 186; 1878, **228**, 189; 1880, **236**, 85; 1881, **240**, 61 m. Abb., **242**, 444; 1883, **247**, 225, **249**, 183, 276; 1884, **253**, 37; 1887, **264**, 559 m. Abb.; 1886, **260**, 75 m. Abb., 142.

Wasserglas, welches durch Zusammenschmelzen des Quarzsandes oder zerpochten Quarzes mit Pottasche oder Soda erhalten wird); u. s. w. In England hat man das Quecksilberchlorid (ätzendes Quecksilber-Sublimat) besonders wirksam zu diesem Zwecke gefunden und dasselbe zur Erhaltung des Schiffbauholzes u. s. w. angewendet, wobei indessen (wegen der giftigen Eigenschaften des Mittels) mit Vorsicht verfahren werden muss. Diese (jetzt wohl nur selten noch angewendete) Zubereitung wird — nach dem Erfinder Kyan — mit dem Namen Kyanisieren bezeichnet.

Die Grenzen des vorliegenden Buches gestatten nur einige der Tränkungsverfahren zu beschreiben. Zum Tränken mit Quecksilberchlorid verwendet man folgende Einrichtung:

Ein grosser in die Erde gegrabener, mit Brettern ausgelegter Behälter nimmt das zu tränkende Holz auf, welches man durch befestigte Querleisten am Schwimmen hindert, wenn die Auflösung (½ *kg* Sublimat auf 25 bis 75 *kg* Wasser) aus einem andern, höher stehenden Behälter eingelassen wird. Das Holz bleibt eine nach der Erfahrung als hinreichend bekannte Zeit (Bretter 2 bis 3 Tage, Bohlen 4 bis 7 Tage, Balken 8 bis 14 Tage) unter der Flüssigkeit, welche hierauf ausgepumpt und, nach Zusatz von Sublimat und Wasser, wieder gebraucht wird. Man lässt die getränkten Hölzer einen Monat lang an der Luft zum Trocknen liegen, bevor man sie verwendet. Das Quecksilber-Sublimat verbindet sich chemisch mit Bestandteilen des Saftes, und wird durch Wasser nicht wieder aus dem Holze ausgezogen. Es scheint jedoch, dass die Sublimat-Auflösung bei diesem Verfahren nicht sehr tief eindringt und demnach das Holz zwar vor dem Anfaulen von aussen, aber nicht vor der in seinem eigenen Innern entstehenden Verstockung geschützt wird. Deshalb hat man Eisenbahnschwellen u. dgl. zum Teil auf eine kräftigere Weise mit der Sublimatauflösung getränkt, nämlich durch Behandlung in einem von Schmiedeisenplatten zusammengesetzten, mit Holz gefütterten Behälter, in welchen man nach Auspumpen der Luft die Flüssigkeit mittels starker Druckpumpen einpresst. Bei einem Drucke von 7,5 *kg* auf 1 *qcm* wurden die Schwellen binnen 7 Stunden bis in den Kern durchdrungen; 1 *cbm* Holz verschluckte dabei sehr verschiedene Mengen der Auflösung, nämlich von 36 bis 238 *kg*, worin 0,25 bis 1,65 *kg* Ätzsublimat enthalten war. Jedenfalls ist das Kyanisieren eine kostspielige Behandlungsweise.

Für Eisenbahnschwellen verwendet man als wohlfeileres Mittel eine Auflösung von Kupfervitriol in dem 25- bis 50fachen Gewichte Wasser. Die Hölzer werden in einen starken Behälter gebracht; dann pumpt man mit grosser Kraft (9 bis 10 *kg* Druck auf 1 *qcm*) die Auflösung ein. Letztere soll in 1½ Stunden eine Bohle von 9 *m* Länge, 35 *cm* Breite, 18 *cm* Dicke bis ins Innerste durchdringen. Nach einem andern Verfahren wird zuerst die Luft aus dem mit Holz (Eisenbahnschwellen) gefüllten Behälter gepumpt, hierauf die Kupfervitriolauflösung eingelassen und dann 4 bis 6 Stunden lang der Druck einer wenigsten 12 *m* hohen Säule Kupfervitriollösung unterhalten.[1]) Da eiserne Behälter die Kupferauflösung zersetzen und einen grossen Verlust an derselben durch Abscheidung von Kupfer herbeiführen, so ist es beinahe unerlässlich, kupferne Gefässe anzuwenden, die durch ihren sehr hohen Preis das Verfahren kostspielig machen. Man zieht daher als Tränkungsmittel meist das ziemlich ebenso wirksame Chlorzink (bereitet durch Auflösen von Zink in Salzsäure bis zur Sättigung, und nachfolgendes Verdünnen mit Wasser) vor; das einfachste (auch für Kupfervitriol brauchbare) Verfahren dasselbe anzuwenden besteht darin, dass man das Holz ungefähr eine Stunde lang in Chlorzinkauflösung von 4 Grad Baumé (Einheitsgewicht 1,028) kochen, dann unter der Flüssigkeit selbst gänzlich erkalten lässt; hierzu dient eine billige Einrichtung (mit hölzernen Be-

---

[1]) Wiebe, Handb. d. Maschinenkunde, Bd. 1. (Stuttgart 1858), S. 51.

hältern und Dampfheizung)[1]; die Durchdringung ist vollständig und die ganze Zubereitung in 6 bis 24 Stunden vollbracht.

Statt dessen wird in grösseren Werken folgendes Verfahren — welches indessen in den Einzelheiten manche Abänderungen erfährt — angewendet.[2] Man bringt das Holz (gewöhnlich auf geeigneten Wagen) in einen, aus starkem Eisenblech gefertigten Kessel, verschliesst denselben und dämpft zunächst das Holz 1 bis 1½ Stunden lang. Diesem folgt das Auspumpen des Kessels, sodass die entstehende Luftleere 50 bis 60 *cm* Quecksilber trägt; sie wird ½ bis 1 Stunde erhalten (vergl. S. 573). Nunmehr lässt man die Chlorzinklösung eindrücken, zunächst durch den Überdruck der freien Atmosphäre, dann durch eine Pumpe, wobei der Druck zuweilen auf 9 *kg* für 1 *qcm* getrieben wird.

Das Tränken mit Teeröl bedingt ein vollständigeres Trocknen, als das Auspumpen der Luft gewährt. Man schafft daher das gedämpfte Holz in Trockenkammern (S. 573), woselbst es 6 bis 36 Stunden bleibt und hierauf in den Tränkkessel, in welchem es 2½ bis 3½ Stunden unter Druck behandelt wird.

Das Metallisieren des Holzes (auch Paynisieren, nach dem Erfinder Payne, genannt), besteht in einer Tränkung mit Eisenvitriolauflösung und nachfolgender Behandlung mit Chlorkalcium-Auflösung, welche letztere wenigstens in der äussersten Schicht einen die Poren ausfüllenden Niederschlag von Gips erzeugt. Das in solcher Weise zubereitete Holz hat sich bei mehreren Gelegenheiten sehr dauerhaft gezeigt. Payne empfahl später zur ersten Tränkung eine Auflösung von Schwefelkalcium oder Schwefelbaryum, zur zweiten eine Eisenvitriolauflösung zu gebrauchen, wodurch sich im Holze zwei Niederschläge — schwefelsaurer Kalk oder Baryt und Schwefeleisen — bilden.

Ein billiges, aber wirksames Tränkverfahren ist das Franks'sche.[3] Nachdem das Holz mittels Dampf oder Wasser ausgelaugt (S. 574) ist, wird es, durch Auspumpen der Luft aus dem betreffenden Gefäss getrocknet und sodann mit Kalkmilch, der ⅙ ihrer Menge Urin beigemischt ist, unter Druck getränkt. Das erwähnte Trocknen soll man entbehren können. Dieses Tränkverfahren schützt nicht allein gegen Fäulnis, sondern macht auch das Holz viel härter (was namentlich an Fussböden für Schulen erkannt worden ist), giebt ihm eine dunklere, wärmere Färbung und macht es schwer verbrennlich. Leider ist das Holz nach der Tränkung nicht gut zu bearbeiten, da die Werkzeuge sehr rasch abstumpfen.

Die Mittel zur Verhinderung des Schwammes (S. 579) fallen zum Teil mit jenen gegen das Faulen des Holzes zusammen. Besonders schützend hat sich das Kyanisieren (S. 581) erwiesen; auch will man Bestreichen des Holzes mit einer nicht zu schwachen Kupfervitriol- oder Eisenvitriol-Auflösung (mit oder ohne Zusatz von etwas Schwefelsäure), sowie Tränken mit holzessigsaurer Eisenauflösung von 10° B. (Einheitsgew. 1,072), sehr wirksam zur Verhinderung des Schwammes, und selbst zu dessen Vertilgung, gefunden haben.

In Gebäuden sind vorzugsweise die zunächst über dem Grunde liegenden Hölzer dem Entstehen des Schwammes ausgesetzt. Es ist höchst wesentlich, hier nur ausgewachsenes und vorher völlig lufttrockenes Holz anzuwenden und ihm eine möglichst trockene Lage zu geben, also wenigstens nicht unmittelbar auf Erde, sondern auf einem Guss von Harz, Teer und Sand, einer Schüttung von trockenem Lehm, totem Bauschutt, Holz- oder Torfasche u. dgl. oder trockenes Mauerwerk. Kann man um die Hölzer eine Luftbespülung unterhalten, so schützt diese gewöhnlich allein schon gegen den Schwamm. Übertünchen mit gewöhnlichem Kalk hindert die Fäulnis und Schwammbildung nicht.

Wurmfrass. — Altes, verstocktes (stockig gewordenes) Holz ist dem Wurmfrasse, Wurmstiche ausgesetzt, d. h. der Zerstörung durch Insekten (Federholzkäfer, *Ptilinus* — Pochholzkäfer, *Anobium* — Putzbockkäfer, *Clytus* — Scheibenbockkäfer, *Callidium* — Kapuzenkäfer, *Apate* — Splintkäfer, *Lyctus* —

---

[1]) Wiebe, Handb. d. Maschinenkunde, Bd. 1. (Stuttgart 1858), S. 51.
[2]) D. p. J. 1855, **138**, 327.
[3]) D. p. J. 1880, **236**, 85.

Bohrkäfer, *Ptinus*), welche zahlreiche Gänge durch das Holz arbeiten und dasselbe in Staub verwandeln, wovon man oft auf der Oberfläche lange kaum Spuren bemerkt. Unverdorbenes, besonders sehr gut ausgetrocknetes oder gar bei 100 bis 120° C. gedörrtes Holz wird selten oder garnicht wurmstichig; eher noch der Splint. Es scheint, dass die Insekten gewissen Bestandteilen des Holzsaftes nachgehen, und das Ausdämpfen muss also auch gegen dieses Übel vorteilhaft wirken, zumal man voraussetzen darf, dass die Hitze des Dampfes für die etwa vorhandene Brut tödlich ist. Tränkung mit Teer, Kupfervitriol, Quecksilbersublimat u. s. w. hält gleichwie die Fäulnis so auch den Wurm ab. Holzschnitzarbeiten können durch einen Überzug von Leim, dem ein wenig Quecksilberchlorid zugesetzt ist, vor dem Wurm beschützt werden. Wo der letztere sich aber einmal eingenistet hat, ist er kaum mehr auszurotten; alle in dieser Beziehung vorgeschlagenen Mittel[1]) sind unvollkommen oder doch nur ausnahmsweise bei besonders wertvollen Gegenständen anwendbar.

Holz-Arten. Seiner Anwendung nach wird das Holz in Brennholz (wozu das Kohlholz gehört) und in Nutzholz unterschieden. Letzteres teilt sich in Bauholz, Zimmerholz, wozu auch das grössere Maschinenbauholz zu rechnen ist, und in Werkholz, Arbeitsholz. Nach dem besonderen Gebrauche benennt man das Werkholz wieder Tischlerholz, Wagner- oder Stellmacherholz, Böttcher- oder Binderholz, Drechslerholz, Geschirrholz (zu kleinen Maschinen-, auch Fuhrwerks-Bestandteilen).

Um, soviel in Kürze durch schriftliche Mitteilung möglich ist, eine Kenntnis der Bau- und Werkhölzer zu geben, möge hier eine Aufzählung und gedrängte Beschreibung derselben folgen; wobei indessen bemerkt wird, dass manche seltener gebräuchliche oder unwichtige Arten, sowie solche, die nur ausserhalb Deutschlands häufiger zur Verarbeitung kommen, übergangen sind. Eine vollständige Aufzählung würde ohne erheblichen Nutzen und schon darum nicht möglich sein, weil es sich oft ereignet, dass von wenig bekannten Holzarten aus fremden Erdteilen gelegentlich einzelne Schiffsladungen auf dem Markte erscheinen und dann wieder vielleicht jahrelang nichts davon vorkommt, folglich eine Verbreitung in den Werkstätten nicht stattfindet; auch die Mode zeitweise eine Art hervorzieht, die bald wieder vergessen wird. Ungezwungen lassen sich die Holzarten in europäische und aussereuropäische abteilen, welche letzteren zuweilen auch indische genannt werden, wiewohl darunter die aus Amerika, Asien, Afrika und Australien zusammen begriffen sind.

A. Europäische Holzarten.

1) Tannenholz, Weisstannen, das weisseste, weichste und am wenigsten harzreiche unter den sogenannten Nadelhölzern, wozu ausserdem die Fichte, Föhre und Lärche gehören; von der Tanne, Weisstanne, Silbertanne, Edeltanne (*Pinus picea, Linné, — P. Abies, Duroi, — Abies pectinata, Décandolle*), welche in völlig geraden, bis über 50 *m* hohen und unten bis 1,8 *m* dicken Stämmen wächst. Sehr lang- und geradfaserig, ungemein leicht und schön spaltbar. Die Jahrringe, welche sich auf dem Schnitte durch etwas rötlichere Streifen auszeichnen, sind grob; dennoch ist das Holz von ziemlich gleichmässiger Dichtigkeit; wirft sich nicht sehr, zeigt im Trocknen und beständig unter Wasser eine ziemliche Dauerhaftigkeit, nicht so dagegen bei abwechselnder Nässe und Trockenheit. Als Schiffbauholz und beim Landbau, ferner bei Tischlern, zu Böttcherarbeiten, Schnitzwaren, gedrechselten Waren, Schachteln, Siebrändern u. s. w. findet es sehr häufig Anwendung.

2) Fichtenholz, Rottannen; von der Fichte oder Rottanne, Pechtanne (*Pinus Abies, Linné, — Pinus picea, Duroi, — Abies excelsa, Décandolle*), deren Stämme ebenso hoch und dick werden wie jene der Tanne. Leicht

[1]) Ztschr. d. Ing. 1866, S. 78.

rötlichgelb, auf dem Längenschnitte infolge der Jahrringe dunkler rötlich gestreift; sehr leicht spaltbar, unter der Axt leicht splitternd; durch seinen grösseren Harzgehalt im Witterungswechsel etwas dauerhafter als Tannenholz. Trefflich als Bauholz und als Arbeitsholz für Tischler u. s. w. Am dauerhaftesten im Trocknen. Oft ist es mit Ästen durchwachsen, welche sich beim Trocknen des in Bretter geschnittenen Holzes ablösen und herausfallen.

3) Föhrenholz, Kiefernholz; von der gemeinen Kiefer, Föhre, Kienföhre *(Pinus sylvestris)* und ein paar Spielarten (Rotföhre, *Pinus rubra;* Schwarzföhre, *Pinus nigricans, Pinus austriaca*). Stämme bis 36 *m* hoch und 60 bis 90 *cm* dick von nicht so regelmässigem Wuchse als Tannen und Fichten. Gelbrötlich, an den Rändern der Jahrringe rotbraun, im Splinte weiss. Schwerer, härter und harzreicher als die beiden vorigen, daher auch in der Nässe und im Witterungswechsel dauerhafter, von ziemlich starkem Terpentingeruch. Vorzüglich brauchbar als Bauholz (wird aber, wenn es trocken steht, leicht durch Insekten angegangen), ferner zu Brunnenröhren u. s. w.; minder als Tischlerholz, wegen des Geruches und weil es unter dem Hobel leicht einreisst, daher keine grosse Glätte annimmt. Das Kienholz besteht aus den besonders harzreichen, krummfaserigen, zähen, stark rötlichgefärbten Wurzelstöcken der Kiefer. — Die Weimutskiefer *(Pinus Strobus)* ist eine aus Nordamerika nach Europa verpflanzte Art, deren Holz sich glätter bearbeiten lässt, aber sehr brüchig ist, sodass es höchstens zu leichter Böttcherarbeit und anderen geringen Gegenständen angewendet werden kann.

4) Lärchenholz, Lärchentannen; von der Lärche *(Pinus Larix, Larix europaea)*. Stämme bis 30 *m* hoch und 1,2 *m* dick. Rötlich, mit dunkeln Jahrrings-Rändern; im Splinte weiss. Harzreich, wenig dem Werfen unterliegend. An Dauerhaftigkeit unter allen Umständen vorzüglicher als die drei vorhergehenden, und in jeder Beziehung zu den trefflichsten Bauhölzern (auch für grobe Maschinenteile) gehörig.

5) Eichenholz, in unseren Gegenden von zwei Arten der Eiche, nämlich der Winter-, Stein-, Trauben- oder Klebeiche *(Quercus Robur, Q. sessiliflora,* franz. *rouvre, robre)* und der Sommmer- oder Stieleiche *(Q. pedunculata, Q. foemina)*. Die Stämme alter Eichen sind öfters 30 bis 40 *m* und zuweilen darüber hoch, unten bis 2 und selbst 2,4 *m* dick. Das Eichenholz ist bräunlich, bei jungen Stämmen und im Splinte der alten fast weiss (das Sommereichenholz heller als jenes der Steineiche). Kennzeichnend sind darin die groben Poren an den inneren Rändern der Jahrringe und die grossen, gelbbraunen Spiegel. Härte, Festigkeit und Dauerhaftigkeit sind sehr gross und machen das Eichenholz zu dem schätzbarsten Bauholze, welches den Wechsel von Nässe und Trockenheit gut erträgt. Als Tischlerholz taugt es (ohne Furnierung) nicht zu feinen Arbeiten, da es wegen seiner Poren keinen schönen Glanz annimmt und überhaupt nicht schön ist. Auch trocknet es langsam und zeigt daher, wenn es nicht durch sehr langes Liegen genügend ausgetrocknet ist, viel Neigung sich zu werfen. Das Sommereichenholz ist nicht ganz so hart, aber fester, zäher, elastischer und besser spaltbar als das Steineichenholz. Eichenstämme von mittlerer Grösse (0,6 bis 1,2 *m* Dicke) enthalten gewöhnlich das gesündeste und beste Holz. Man gebraucht das Eichenholz zu allen Zwecken mit Vorteil, wo Härte, Festigkeit und grosse Dauer in besonderem Grade verlangt werden; daher zum Häuser- und Maschinenbau, zu Möbeln aller Art (mit und ohne Furnierung). Es liefert die besten Fässer und wird auch zu anderen Böttcherarbeiten (Bottichen u. dgl.) allgemein angewendet. Lange Jahre in Wasser (besonders in Moorgrund) verweilend, wird es durch und durch schwarz. Eichenmaser, die zuweilen vorkommt, dient den Tischlern und Drechslern.

6) Ulmenholz, Rüsternholz; gewöhnlich von der Feld-Ulme *(Ulmus campestris)*, deren Stämme 20 bis 30 *m* hoch und dann wohl 60 bis 90 *cm* dick werden. Junges Holz und der Splint sind gelblichweiss, altes Holz ist rötlichbraun, gefleckt, flammig, geadert (man unterscheidet der Farbe nach oft Weissrüstern- und Rotrüsternholz); mit schmalen Jahrringen, deren innerer Rand etwas heller und lockerer, doch ohne grobe Poren ist; die Spiegel äusserst klein

und zahlreich, sodass die Schnittfläche braun punktiert oder gestrichelt erscheint. Dicht, hart, sehr zäh; wegen des langsam vor sich gehenden Austrocknens ziemlich dem Werfen und Aufreissen unterliegend; sehr schwer zu spalten, sehr dauerhaft, besonders im Trocknen und in der Erde, wird fast gar nicht vom Wurme angegriffen. Ist trefflich als Bauholz (zu manchen Zwecken noch besser als Eichenholz), zu Maschinenteilen und als Werkholz. An den Ulmen finden sich oft Knorren (Auswüchse), deren Holz eine schöne Maser darbietet und zu feinen Arbeiten als Furnierholz gesucht ist. — Die Traubenrüster *(Ulmus effusa)* wird so hoch und dick wie die Feldrüster; ihr Holz ist weicher, mehr feinfaserig, minder dauerhaft, häufiger gemasert, als das Feldrüsternholz, wenig geschätzt.

7) Buchenholz, Rotbuchen; von der gemeinen Buche, Mastbuche *(Fagus sylvatica)*, welche eine Höhe bis gegen 40 *m* und eine Dicke bis zu 1,5 *m* erreicht. Braunrötlich, von alten Stämmen ziemlich dunkel; sehr bezeichnende grosse, glänzende, dunkler braun gefärbte Spiegel, in der übrigen Masse gleichmässig gefärbt (ohne Streifen u. dgl.), indem die Jahrringe zwar deutlich sichtbar, aber nicht sehr auffallend sind. Ziemlich hart, dicht und schwer, gut spaltbar, aber wenig elastisch; stark dem Werfen unterliegend (mehr als Eichenholz); sehr dem Verstocken im Wechsel von Nässe und Trockenheit, auch dem Wurmfrasse ausgesetzt, dagegen stets im Wasser oder stets im Trocknen von ziemlicher Dauerhaftigkeit. Als Bauholz hat es aus diesen Gründen einen beschränkten Wert; zu Tischlerarbeiten u. s. w. von gröberer Art, bei welchen grosse Zähigkeit kein Haupterfordernis ist, wird es der Wohlfeilheit und Härte wegen viel gebraucht; feine Arbeiten liefert es nicht, weil es kein schönes Ansehen hat.

8) Hainbuchenholz, Weissbuchen, von der Hainbuche, Hagbuche, dem Hornbaume *(Carpinus Betulus)*, einer mit der Buche (No. 7) nicht verwandten Baumart, deren Stämme selten über 12, zuweilen aber doch bis 24 *m* Höhe erreichen. Weiss, sehr dicht, hart und schwer, dabei viel zäher und elastischer als das vorige. Die Spiegel sind gross, von wenig dunklerer Farbe als die übrige Holzmasse, verhältnismässig dick und nicht gerade, sondern wellenartig gekrümmt, sodass sie auf einem nach den Jahrringen geführten Schnitte als schmale, nicht auffallend sichtbare Flammen erscheinen. Die Jahrringe unterscheiden sich wenig, sodass in der Dichtigkeit keine bemerklichen Ungleichheiten sich zeigen. Die Weissbuche ist als Werkholz und zu Maschinenteilen eine der schätzbarsten Holzarten, trocknet indes schwer aus und zeigt daher oft grosse Neigung, sich zu ziehen. Als Bauholz dauert es in beständiger Trockenheit ziemlich gut, dagegen nicht im Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit, also z. B. in der Witterung.

9) Ahornholz, von mehreren Arten des Ahorns *(Acer)*, insbesondere vom gemeinen oder weissen Ahorn, Bergahorn, Waldahorn *(Acer Pseudoplatanus)*, dessen Stamm unter günstigen Verhältnissen wohl bis zu 30 *m* Höhe und 1,5 *m* Dicke erlangt. Weiss mit sehr feinen und zahlreichen schwach bräunlich gefärbten Spiegeln, welche dem Holze ein zart gewässertes, gleichsam flimmerndes Ansehen geben; von feinem, gleichförmig dichten Gefüge und wenig auffallenden Jahrringen, schwer aber schön spaltbar, hart, fest und zähe, unter dem Hobel spiegelglatt zu bearbeiten, und eine vortreffliche Politur annehmend; dem Werfen und Reissen in geringem Grade unterliegend, im Trockenen von ziemlicher Dauer, dagegen im Wechsel der Feuchtigkeit und Trockenheit viel vergänglicher, auch dem Wurmfrasse ausgesetzt. Es ist ein äusserst schätzbares und gesuchtes Holz sowohl zu Maschinenteilen als zu feiner Tischler- und Drechslerarbeit, überhaupt als Werkholz. Manche Ahornbäume liefern eine sehr schöne Maser, die mit Knoten und Augen wie besäet erscheint (Ahornmaser, gekräuseltes Ahornholz). — Das Holz des Spitzahorns oder der Lenne, des Leinbaumes *(Acer platanoides)* ist mehr gelblich, weniger fein, und daher von Tischlern minder geschätzt; aber dichter, zäher und etwas härter, daher zu Wagenarbeiten, Axt-, Beil- und Hammerstielen vortrefflich. Der Baum wird nicht so hoch und dick als der vorige. — Zu den gewöhnlich vorkommenden

Ahornarten gehört auch der Feldahorn oder Masholder *(Acer campestre)*, welcher das Wasseralmenholz, Weisslöbernholz, Epelernholz liefert. Dieser Baum wird höchstens bis 12 *m* hoch und 30 *cm* dick, erscheint sehr oft nur strauchartig; sein Holz ist gelblichweiss, im Kerne dunkler, im Wurzelstocke braun geflammt, von Tischlern und Drechslern u. s. w. viel verarbeitet. Es kommt auch gemasert vor.

10) Eschenholz, von der gemeinen Esche *(Fraxinus excelsior)*. Das Holz von jungen Bäumen ist weiss, von älteren Stämmen (die geradschäftig bis zu 30 oder 35 *m* Höhe heranwachsen) bräunlichgelb und im Kerne fast braun, hat feine, wenig sichtbare Spiegel und breite Jahrringe, die sich ähnlich wie beim Eichenholz dadurch stark auszeichnen, dass ihre inneren Ränder grobe, lange Poren zeigen. Es ist übrigens dicht und hart, sehr zäh und elastisch, spaltet schwer aber gut, reisst nicht leicht. Im Trocknen dauert es lange, viel weniger im Witterungswechsel und beständig unter Wasser; in der Erde ist seine Dauerhaftigkeit gering. Das schöne und dichte Eschenholz, besonders das Kernholz von starken Stämmen, nimmt einen Platz unter den feinen Tischlerhölzern ein; zu andern Zwecken ist das Eschenholz wegen seiner Zähigkeit und Festigkeit sehr geschätzt, so zum Maschinenbau, zu Wagnerarbeit, Axt- und Hammerstielen u. s. w. Junges Holz wird zu Fassreifen gespalten. Eschen-Maser kommt oft in sehr grossen und sehr schön gezeichneten Stücken vor.

11) Pappelholz. Das Holz der Pappelarten ist überhaupt weich, porös, von geringer Festigkeit und nicht bedeutender Dauerhaftigkeit, daher verhältmässig wenig gesucht und gebraucht, zumal es auch nicht durch Schönheit zu feinen Arbeiten sich eignet. Die Jahrringe fallen wenig auf, die Spiegel sind kaum sichtbar. Folgende Arten sind im besonderen zu unterscheiden: a. Schwarzpappelholz, von der gemeinen oder Schwarz-Pappel *(Populus nigra)*, die an 20 *m* hoch wächst. Weiss und grobjährig, sehr weich und fast schwammig, lässt sich nicht sehr glatt bearbeiten, da es leicht fasert, unterliegt aber wenig dem Werfen und Reissen. b. Weisspappelholz, von der Weiss-Pappel oder Silber-Pappel *(Populus alba)*, welche gegen 24 *m* hoch und 900 *mm* dick wird. Weiss, oft gelblich geflammt oder geadert, zäh und gut zu spalten, brauchbarer als das vorige, namentlich für Tischler, Drechsler und zu geschnitzten Waren, dem Werfen und Reissen nicht sehr unterliegend. Die Wurzel liefert eine schöne Maser. c. Espenholz, Aspenholz, von der Zitter-Pappel oder Espe *(Populus tremula)*, die 18 bis 24 *m* Höhe und 90 *cm* Dicke erlangt. Weiss, nicht selten ins Bräunliche spielend, mit groben Jahrringen, dicht von Gefüge, oft mit Adern und Flammen, zäh, ziemlich fest, gut spaltbar, härter als Lindenholz, glatt zu bearbeiten, wirft sich wenig. Es ist das beste unter den Hölzern der Pappelarten und taugt zu mancherlei Tischler-, Drechsler-, Schnitzarbeiten u. s. w., im Trocknen auch als Bauholz. d. Italienische Pappel, Pyramiden-Pappel, wächst an 30 *m* hoch und bis gegen 1,2 *m* dick, und liefert ein ebenfalls zu leichten, trockenbleibenden Gegenständen anwendbares Holz, welches wenig schwindet, aber fast schwammig weich ist. e. Kanadische Pappel *(Populus monilifera)*, erreicht die Höhe und Dicke der vorhergehenden Art; das Holz ist weiss, im Alter nach dem Kerne hin bräunlich, dient zu Trögen, Mulden, Kutschenkästen u. s. w.

12) Erlenholz, Ellernholz, von der gemeinen Erle oder Schwarzerle, Roterle *(Alnus glutinosa)*, welche bis zu 24 *m* Höhe wächst, ist weissgelb oder gelbrötlich, manchmal ins Braune fallend (frisch gefällt orangerot), mit wenig hervortretenden Jahrringen und braunen grossen Spiegeln, von gleichförmig dichtem Gewebe, mittelmässiger Härte, geringer Zähigkeit und Elasticität; gut spaltbar, in stets feuchter Erde sowie im Wasser höchst dauerhaft, dagegen im Trocknen von geringerer Dauer und im Witterungswechsel sehr vergänglich. Das Holz ist äusserst schätzbar zum Bau unter Wasser, wird auch zu Tischlerarbeiten, Backtrögen, Mulden, Holzschuhen u. dgl. angewendet. Da es leicht und glatt zu bearbeiten ist, auch dem Werfen nicht bedeutend unterliegt, so wählt man es gern zur Anfertigung der Giessereimodelle. Die Erlenmaser, welche die Wurzel und die Knorren der Stämme liefern, wird in der Kunst-

tischlerei geschätzt. — Die Weisserle, Grauerle *(Alnus incana)*, welche hauptsächlich in den nördlichen Gegenden von Europa wächst und ein Baum von geringerer Höhe ist, liefert ein weisseres, feineres und dichteres, aber unter Wasser weniger dauerhaftes Holz, als das vorige.

13) Birkenholz, von der gemeinen Birke oder Weissbirke *(Betula alba)*, die in günstigem Boden und Klima wohl 18 *m* hoch und gegen 60 *cm* dick wird. — Junges Holz ist weiss, älteres rötlich, die Spiegel sind sehr fein, kaum zu sehen; es ist gering von Härte, sehr zäh, schwerspaltig; trocknet schwer und quillt leicht, dauert im Trocknen ziemlich, fault aber bald im Freien, unterliegt sehr dem Wurmfrasse. Es dient selten zu Tischlerarbeiten, sondern vorzüglich als Wagnerholz; zu manchen Gegenständen wird es dadurch sehr tauglich, dass man es leicht in krummgewachsenen Stücken haben kann. Birkenmaser findet zu feinen fournierten Arbeiten Anwendung.

14) Lindenholz, von der europäischen Linde *(Tilia europaea)*, die in zwei Arten unterschieden wird: grossblättrige Linde, Sommerlinde *(Tilia grandifolia)* und kleinblättrige Linde, Steinlinde, Winterlinde *(Tilia parvifolia)*. Das Lindenholz ist im allgemeinen weiss (das der Winterlinde etwas mehr rötlich) und von feinem gleichmässig dichten Gefüge, wenig zu unterscheidenden Jahrringen und äusserst feinen Spiegeln, leichtspaltend, ziemlich weich (das der Sommerlinde weicher als jenes von der Steinlinde), glatt zu bearbeiten, wenig dem Werfen, dagegen leicht dem Wurmfrasse ausgesetzt, und im Freien nicht dauerhaft. Es wird zu Bildhauerarbeit und zum Modellieren sehr geschätzt, da es sich leicht und schön schneiden lässt, ohne (wie z. B. das Tannenholz) nach dem Laufe der Fasern auszubröckeln; auch zu manchen Tischlerarbeiten (vorzüglich als Blindholz für fournierte Gegenstände) und von Drechslern wird es gebraucht.

15) Nussbaumholz, Nussholz, vom Wallnussbaum *(Juglans regia)*. Von jungen Bäumen ist es weiss und weich, von älteren hart, bräunlichgrau bis dunkelbraun, häufig schön geflammt und maserig; sein Gefüge ist dicht, dabei aber auch sehr bezeichnende lange Poren (ähnlich wie bei Eichenholz, doch viel feiner) darbietend; die Spiegel fein und zahlreich; es ist einer schönen Politur fähig und eins der schönsten europäischen Hölzer, welches in Deutschland (wo der Baum gut fortkommt) allgemein zum Furnieren feiner Möbel gebraucht wird. Sonst wird das Nussholz auch noch mannigfaltig von Tischlern und Drechslern, sowie fast ausschliesslich zu den Schäften der Jagd- und Scheibengewehre verarbeitet. Es ist im Trocknen sehr dauerhaft.

16) Rosskastanienholz, von der Rosskastanie oder sogenannten wilden Kastanie *(Aesculus Hippocastanum)*, ist weiss, gelblichweiss oder rötlich, weich und schwammig, etwas grobfaserig, aber mit sehr feinen Spiegeln; leicht faulend, wenig geschätzt und wird daher selten (zu geringen Tischler- und Bildhauerarbeiten, auch von Stellmachern) angewendet.

17) Akazienholz, von der unechten Akazie *(Robinia Pseudo-acacia)*, ist gelblich oder grünlichgelb, oft grünlichbraun oder rötlich geadert; fein, ziemlich hart, biegsam und zäh; fault nicht leicht, weder im Freien noch im Wasser, wird nicht vom Wurm angegriffen. Es dient zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten, aber auch für Wagner und zu Grundschwellen beim Baue; beim Schiffbau zur Anfertigung der Bolzen, womit die Planken auf dem Gerippe befestigt werden. Das amerikanische *(west indian locust-tree)* ist für diesen letzteren Zweck mehr geschätzt als das europäische, gehört aber einer anderen Baumart *(Hymenaea Courbaril)* an.

18) Weidenholz. Alle Arten der Weide *(Salix)* haben weisses, sehr weiches, wenig dauerhaftes Holz, welches selten zur Verarbeitung in den Werkstätten kommt. Sehr wichtig dagegen und allgemein ist die Anwendung der Weidenzweige (Weidenruten) zu Flechtarbeit, namentlich Korbmacherwaren. Hierzu taugen weniger die Zweige der baumartigen als jene der strauchartigen Weiden. Die besten Ruten liefert die Korbweide oder Bandweide *(Salix viminalis)* und die purpurblütige Weide *(Salix purpurea)*.

19) Birnbaumholz, von den verschiedenen Abarten des Birnbaumes, ist von jungen Bäumen fast ganz weiss, von älteren rötlichbraun, oft geflammt; fein, dicht und mässig hart, mit kleinen, nicht auffallenden Spiegeln und wenig hervortretenden Jahrringen; wegen seines gleichförmigen Gefüges in allen Richtungen leicht und ohne Ausbröckeln zu schneiden, daher zu Holzschnitten, Druckformen und Bildhauerarbeiten sehr brauchbar, oft auch von Tischlern und Drechslern zu kleinen Gegenständen verarbeitet. Am meisten geschätzt wird das Holz der wildwachsenden Birnbäume, nämlich des Holzbirnbaumes *(Pyrus communis)* und des Schneebirnbaumes *(Pyrus nivalis)*, aus welchen beiden die Gartenbirnbäume durch Kultur entstanden sind; doch ist das Holz des Schneebirnbaumes nicht so schön geflammt wie jenes des Holzbirnbaumes. Das wilde Birnholz hat den Vorzug, dass es fester und dauerhafter ist, als das Holz der Gartenbirnbäume, auch meist grössere und geradere Stämme bildet. Das Birnbaumholz wird vom Wurm gesucht. Die Wurzel liefert Maserholz.

20) Apfelbaumholz, von dem gemeinen Apfelbaume *(Pyrus malus)*, ist ebenso fein und dicht, aber härter und mehr rötlich, als das Birnbaumholz, nicht selten geflammt und wird von Tischlern und Drechslern verarbeitet, welche das Holz des wilden Apfelbaumes oder Holzapfelbaumes *(P. Malus sylvestris)* vorziehen.

21) Zwetschenbaumholz, Pflaumbaumholz, von den verschiedenen Abänderungen des Pflaumbaumes *(Prunus domestica)*, stimmt in den Haupteigenschaften mit dem Apfelbaumholz überein, ist aber gewöhnlich dunkler rötlichbraun von Farbe, und gegen den Kern zu mehr oder weniger mit braunroten und violetten Adern und Flammen geziert. Es dient den Tischlern, noch mehr den Drechslern, zu feinen Gegenständen.

22) Kirschbaumholz, von den verschiedenen Arten des Kirschbaumes, namentlich a. dem Sauerkirschbaum oder Weichselbaum *(Prunus Cerasus, Cerasus vulgaris)*, welcher sowohl wild (bis 9 *m* hoch und 30 *cm* dick, häufig in Strauchgestalt) als in mehreren Spielarten in Gärten vorkommt; b. dem Süsskirschenbaum oder Vogelkirschbaum *(Prunus avium, Cerasus avium, Cerasus sylvestris)*, der ebenfalls in Wäldern (Waldkirschbaum, Holzkirschbaum, bis 18 *m* hoch und 45 *cm* dick) und in mancherlei Abarten als Gartenbaum wächst; c. dem Mahalebkirschbaum *(Prunus Mahaleb, Cerasus Mahaleb)*, welcher kultiviert bis 12 *m* hoch werden kann; und d. dem Traubenkirschbaume oder Elexenbaume *(Prunus Padus, Cerasus Padus)*. Das Holz aller dieser Bäume stimmt im Ansehen ziemlich überein, ist gelblich bis ins Bräunliche und Rötliche, oft dunkler gestreift und geflammt, von mittelmässiger Härte, fein und dicht gewebt (die Jahrringe zeigen sich als sichtbare schmale Streifen, die zahlreichen Spiegel als nicht ganz kleine, glänzende Flecken); es ist zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten sehr geeignet; nur im Trocknen dauerhaft. Das Holz der Traubenkirsche ist schön geadert; jenes der Mahalebkirsche (unter dem Namen Luzienholz vorkommend) besitzt frisch einen unangenehmen Geruch, welcher mit der Zeit schwächer und angenehm wird. Die dünnen, geraden Schösslinge der Mahalebkirsche (auch der wildwachsenden Sauerkirsche) werden unter dem Namen Weichselrohr sehr häufig zu Tabakpfeifenröhren angewendet.

23) Eibenbaumholz, Roteiben, Taxholz, vom Eibenbaume *(Taxus baccata)*, ist bäunlichrot, mit fast unbemerkbaren Spiegeln und schönen feinen dunkelbraunroten Streifen infolge der sehr schmalen Jahrringe; sehr dicht und hart; ziemlich häufig mit Ästen durchsetzt; wird im südlichen Deutschland u. s. w. zu Fasshähnen, zu kleinen Drechslerwaren, zum Fassen der Bleistifte, seltener zu kleinen Tischlerarbeiten gebraucht. Roteiben-Maser dient als Furnierholz. Der Splint ist weiss. Die Stämme werden oft 50 bis 70 *cm* dick, aber nicht hoch, und sind von unregelmässigem Wuchse.

24) Buchsbaumholz, Buchsholz, von dem hochstämmigen Buchsbaum *(Buxus sempervirens arborescens)*, der im südlichen Europa in ziemlich dicken Stämmen vorkommt. Es ist gewöhnlich blassgelb, oft aber auch ziemlich hochgelb, sehr fein, dicht und hart; zeigt wenig hervortretende und sehr

schmale Jahrringe, ausserordentlich feine Spiegel. Unter den europäischen Holzarten ist es die schwerste. Man gebraucht es vorzüglich zu Drechslerarbeiten, Weberschützen und zu Blasinstrumenten (Flöten, Klarinetten). Dicht über dem Boden haben die Buchsbaumstämme oft Auswüchse, welche eine schöne und geschätzte Maser geben.

25) Olivenbaumholz, vom Oliven- oder Ölbaum *(Olea europaea)* im südlichen Europa, ist gelbbräunlich, oft mit dunklen Adern und Flammen geziert, hart und dicht, nimmt eine schöne Politur an und eignet sich zu schönen Drechsler- und kleinen Tischlerarbeiten. Die Wurzel ist besonders schön gezeichnet.

26) Hollunderholz, Fliederholz, von dem schwarzen Hollunder oder Flieder *(Sambucus nigra)*, dessen Stamm zuweilen gegen 30 *cm* und selbst etwas darüber dick wird, ist gelblich, dicht, ziemlich hart und zäh und wird von Drechslern zu kleinen Gegenständen verarbeitet. Die Wurzel liefert eine brauchbare Maser, woraus Tabakpfeifenköpfe geschnitten werden. Das Holz einer andern Art: des Traubenflieders *(Sambucus racemosa)* ist von der gleichen Beschaffenheit und Brauchbarkeit.

27) Vogelbeerholz, Ebereschenholz, Eibischholz, Maasbeerholz, von dem Vogelbeerbaume, der Eberesche *(Sorbus aucuparia, Pyrus aucuparia)*, bis gegen 60 *cm* dick und 9 *m* hoch, ist weisslich, auch bräunlich und gegen die Mitte des Stammes oft dunkler geflammt, fein von Gefüge, ziemlich hart, schwer und zäh, nimmt gut die Politur an; es ist gut für Tischler, Büchsenschäfter, Wagner, auch als Reifholz für Böttcher.

28) Spierlingsholz, von dem Spierlingsbaume, Sperberbaum, Eierschitzenbaum *(Sorbus domestica, Pyrus domestica)*, der die Grösse und Stärke des Vogelbeerbaums erreicht. Das Holz ist braun, hart, sehr zäh und fest, übertrifft hierin das Vogelbeerholz, und taugt vortrefflich zu Werkzeugen und kleinen Maschinenbestandteilen. In Frankreich werden daraus Hobel und andere Werkzeuge für Tischler u. s. w. verfertigt.

29) Atlasbeerholz, Arlesbeerholz, Elsebeerholz, von dem Elsbeerbaume *(Crataegus torminalis, Pyrus torminalis, Sorbus torminalis)*, welcher bis gegen 18 *m* hoch und 45 *cm* dick wächst. Das Holz junger Bäume ist gelblich, von älteren rötlich bis rotbraun, öfters flammig und geadert; es hat feines, gleichförmiges Gefüge, ist ziemlich hart und fest, sehr politurfähig und wirft sich wenig. Geschätztes Holz für Drechsler, Tischler, Formschneider und zu Maschinenbestandteilen.

30) Mehlbeerbaumholz, von dem Mehlbeerbaume oder weissen Elsbeerbaume *(Crataegus Aria, Pyrus Aria, Sorbus Aria)*, der bis 15 *m* hoch wird, ist gelblichweiss oder rötlich, nach dem Kerne zu ins Braune übergehend und flammig, von feinem, langfaserigen Gefüge, sehr fest, zäher als das vorige, dem es an Brauchbarkeit zu den angegeben Zwecken wenigstens gleichsteht.

31) Weissdornholz, von dem Weiss- oder Hagedorn *(Crataegus oxyacantha)*, einem Strauche, dessen Stamm zuweilen 15 bis 20 *cm* dick, 5 bis 6 *m* hoch wird, und ein sehr hartes, zähes, bräunlichweisses oder fleischrotes, im Kerne braun geadertes Holz enthält, dessen Jahrringe und Spiegel wenig bemerkbar sind. Dasselbe dient sehr gut zu kleinen Drechslerarbeiten, Maschinenteilen und zu Hammerstielen.

32) Kornelkirschenholz, gelbes Hartriegelholz, von dem Kornelkirschen- oder Dörnleinstrauch *(Cornus mascula)*, der gegen 6 *m* hoch werden kann, bei einer Dicke von 20 *cm*, ist weiss, gelblich oder rötlich, im Kerne dunkelrotbraun; sehr dicht, fest und hart; gesucht zu kleinen Drechslerwaren, Radzähnen und andern Maschinenbestandteilen von geringem Umfange, hölzernen Hämmern u. s. w.

33) Hartriegelholz, von dem Hartriegel *(Cornus sanguinea)*, ist weiss, grünlichweiss oder grünlichgelb, im Kerne fleischrot; sehr hart, fest und zäh; feinfaserig und dicht. Es liefert gute Radzähne und andere kleine Bestandteile beim Mühlenbau. Von dünnen geraden Schösslingen macht man Tabakpfeifenrohre.

34) Wachholderholz, vom gemeinen Wachholder *(Juniperus communis)*. Das Holz junger Sträucher ist weiss, das älterer gelbrötlich bis braun, oft braun geadert; es ist nicht hart, aber dicht, fest und zäh; von bekanntem, eigentümlichen Geruche; nicht faulend, nicht dem Wurmfrasse unterworfen; dient zu kleinen Drechslerarbeiten u. dgl.

35) Kreuzdornholz, Wegdornholz, vom gemeinen Kreuz- oder Wegdorn *(Rhamnus cathartica)*. Junges Holz ist weiss, älteres gelblich, im Kerne rötlich; es ist hart, dicht, mit feinen Jahrringen; fest und zäh. Die Wurzel ist schön gemasert. Drechsler, und zuweilen Tischler, verarbeiten es zu kleinen Gegenständen.

36) Spindelbaumholz, Pfaffenkäppchenholz, von drei verschiedenen Arten des Spindelbaumes *(Evonymus europaeus, E. verrucosus, E. latifolius)*. Es ist gelb, fein und dicht, von ziemlich bedeutender Härte und Zähigkeit, dem Buchsbaumholze ähnlich; der Kern ist braun; wird zu kleinen Drechslerarbeiten verwendet.

37) Berberizenholz, Sauerdornholz, von dem Sauerdorn oder Berberizenstrauch *(Berberis vulgaris)*, ist schön gelb und im Kern bläulichrot von Farbe, fein, hart und fest; schwerspaltig. Die Drechsler verarbeiten es; auch Tischler bedienen sich dessen manchmal zu kleinen Gegenständen als Fournürholz und zum Einlegen.

38) Fliederholz, Spanisch-Hollunder-Holz, Syringenholz, von dem Lilak oder spanischen Flieder oder sp. Hollunder *(Syringa vulgaris)*, ist gelblichweiss oder grauweiss, von alten Stämmen violettbraun oder bläulichrot geflammt; sehr hart, dicht und fein. Die Drechsler machen daraus kleine Arbeiten, die Tischler gebrauchen es oft zum Einlegen.

39) Holz der wilden Rose *(Rosa canina)*, ist fein, dicht und zäh, gelblich von Farbe. Die Stämmchen eignen sich ausgezeichnet zu Gewehr-Ladestöcken, wozu sie mit der Säge durch zwei Kreuzschnitte in vier Teile zerlegt, in Wasser ausgekocht und dann recht sorgfältig getrocknet werden.

40) Holz der Heckenkirsche *(Lonicera Xylosteum)*, Beinholz, wird ebenfalls oft zu Ladestöcken gebraucht, ist zwar sehr hart, aber nicht so zäh und biegsam wie das vorstehende und hat häufig Aststellen, an welchen es leicht abbricht.

41) Holz der baumartigen Haide *(Erica arborea)*, welche im südlichen Frankreich häufig ist, kommt unter dem Namen *bruyère*, *bois de bruyère* als geschätztes Drechslerholz vor; besonders macht man aus den gemaserten Wurzelstöcken schöne Tabakpfeifenköpfe. Es ist hell bräunlichrot, dicht, hart und schwer.

42) Holz der Stechpalme oder Hülsen *(Ilex aquifolium)*, ist weiss, dicht, hart und schwer, sehr politurfähig, zu eingelegter und anderer feiner Tischlerarbeit geschätzt. In unsern Gegenden ist die Stechpalme gewöhnlich ein Strauch, im südlichen Europa wächst sie als Baum bis zu 10 *m* Höhe und 40 *cm* Dicke.

43) Holz des Lorbeerbaumes *(Laurus nobilis)*, welcher im Oriente und in Südeuropa bis 10 *m* hoch wird, ist schmutziggrau von Farbe, schwindet stark, lässt sich aber vorzüglich schnitzen.

B. Aussereuropäische Holzarten.

44) Cedernholz. Was unter diesem Namen gewöhnlich vorkommt, ist das Holz des — in Nordamerika einheimischen, zu einem Baume von 6 bis 12 *m* Höhe heranwachsenden — virginischen Wachholders *(Juniperus virginiana* und *J. barbedensis)*, welches eine hell rötlichbraune Farbe, feine aber sehr sichtbare Jahrringe, kleine glänzende Spiegel und einen schwachen angenehmen Geruch hat. Es ist sehr weich und leicht, sehr spaltbar, dem Wurmfrasse nicht unterworfen. Zu Tischlerarbeiten wird es wenig, dagegen sehr allgemein zur Fassung der Bleistifte verwendet (daher: Bleistiftholz). — Das Holz der eigentlichen Ceder *(Pinus Cedrus* oder *Cedrus libani)* gelangt nach Deutschland wohl selten oder gar nicht; ebensowenig wie andere als Cedernholz benannte Arten (von *Cedrela odorata* in Westindien und *Cedrela australis* in Neusüdwales); häufiger das Zuckerkistenholz *(Cedrela odorata)*.

45) Türkisches Haselnussholz, von dem byzantinischen oder türkischen Haselnussbaume *(Corylus colurna)*, der in Ungarn, dem südöstlichen Europa, der Levante wächst und 12 *m* Höhe erreicht. Es ist rötlich von Farbe, nicht sehr fest und leicht zu bearbeiten. Man macht davon an einigen Orten Lineale und ähnliche kleine Gerätschaften, selten Arbeiten von grösserem Umfange.

46) Citronenholz ist nicht das Holz des Citronenbaumes, sondern kommt aus Amerika (von *Amyris balsamifera* und *Erithalis fruticosa* auf den Antillen), und hat den Namen nur von seiner citronengelben Farbe und von dem schwachen citronenartigen Geruche, welchen es bei der Bearbeitung entwickelt. Es ist fein, dicht und schwer, nimmt eine schöne Politur an, und wird deshalb zu schönen Tischlerarbeiten gebraucht.

47) Pockholz, Franzosenholz, Guajakholz, von dem Guajakbaume *(Guajacum officinale* und *G. arboreum)*, dessen Heimat das mittlere Amerika ist. Das Holz hat eine grünlichbraune oder schwarzbraune Farbe mit gelblichen und schwarzen Längenstreifen, und weissgelben Splint. Es ist sehr schwer, mit Harz durchdrungen, äusserst dicht und von grosser, fast metallartiger Härte, daher schwierig zu bearbeiten; oft krummfaserig; nicht spaltbar, bemerkbar spröde. Seine Härte und Dauerhaftigkeit macht es sehr geeignet zu vielen Gegenständen, welche einer grossen Abnutzung ausgesetzt sind, z. B. Kegelkugeln, Hämmern, Walzen, Rollen u. s. w. Zu Tischlerarbeiten wird es wenig und hauptsächlich dann angewendet, wenn es durch viele gelbe Flammen ein schönes Ansehen hat; auch kleine gedrechselte Arbeiten werden daraus verfertigt.

48) Mahagoniholz, Mahoni. Es ist eins der wichtigsten Hölzer wegen des allgemeinen Gebrauches zu feinen Tischlerarbeiten und anderen Gegenständen. Der Baum, welcher es liefert, ist der Mahagonibaum *(Swietenia Mahagoni)*, welcher auf den westindischen Inseln und in den benachbarten Gegenden des amerikanischen Festlandes 25 bis 30 *m* hoch und zu bedeutender Dicke wächst; unzweifelhaft aber wird auch das Holz einiger anderer Baumarten unter dem Namen Mahagoni in den Handel gebracht, daher sich die ungleiche Beschaffenheit der verschiedenen Arten erklärt. Frisch ist das Holz im allgemeinen gelbrot, mehr oder weniger ins Braune ziehend (nur das afrikanische dunkel rotbraun); es wird aber mit der Zeit dunkelbraun und endlich fast schwarz. Es hat schmale, nicht auffallende Jahrringe, kleine aber deutlich sichtbare, seidenartig glänzende Spiegel und eine Menge sichtbare Poren (ähnlich denen des Nussbaumholzes), sodass es fein gestrichelt erscheint. Häufig ist es schön gestreift, geflammt oder mit pyramidenartigen Zeichnungen geziert. Auch geflecktes Mahagoni kommt vor. Das ganz schlichte ist am wenigsten geschätzt. Härte und Schwere, sowie die damit zusammenhängende Dichtigkeit und Feinheit des Gefüges sind ungemein verschieden. Die oberste Stelle nimmt in dieser Beziehung das afrikanische Mahagoni ein, obwohl es übrigens nicht das schönste ist; es kommt von dem afrikanischen Mahagonibaume *(Swietenia senegalensis, Khaya senegalensis)*. Hierauf folgt das von S. Domingo (vorzüglich schön), dann das aus der Honduras-Bai und zuletzt das von der Insel Kuba. Auch das Jamaika-Mahagoni wird geschätzt. Dagegen giebt es ganz schlechte, nach ihrer gewöhnlichen Benutzung unter dem Namen Zuckerkistenholz (S. 590 unter Cedernholz) bekannte Sorten, welche sehr leicht, weich, grob und porös, daher zu schönen Arbeiten unanwendbar sind; daraus werden auch sehr oft die Cigarrenkisten gemacht. Das Mahagoniholz ist unter allen Umständen sehr dauerhaft, dem Wurmfrasse nicht ausgesetzt, schwindet und wirft sich wenig. Mahagoni, welches auf frisch angeschnittenen Stellen ein feuriges Gelbrot zeigt, pflegt späterhin seine Farbe in schönes Kastanienbraun zu verändern, was man am liebsten sieht; ist es frisch von einer stark ins Rote fallenden Farbe, so wird es in der Folge ganz düster schwarzbraun; zeigt es aber ursprünglich ein blasses Rot, so behält es entweder dieses, oder wird gar noch heller. Die letzterwähnte Art ist die am wenigsten geschätzte. — Das Madeira-Mahagoni (Vinhatico) ist eine nur dem Namen nach mit dem eigent-

lichen Mahagoni verwandte Holzart, welche angeblich von *Laurus indica*, nach anderen von *Cedrela odorata* kommt.

49) Ebenholz, schwarzes Ebenholz, aus Ostindien und einigen Teilen Afrikas, stammt von drei Bäumen desselben Geschlechtes, der Dattelpflaume *(Diospyros Ebenum, D. Ebenaster* und *D. melanoxylon)*; zum Teil von der Ebenholz-Maba *(Maba Ebenus)*, einem hohen Baume auf den molukkischen Inseln. Die schönsten Stücke sind kohlschwarz, anderes ist braunschwarz, und häufig finden sich hellere, ja ganz weisse Streifen und Flammen im Innern, die den Wert des Holzes sehr vermindern, wenn sie auch durch schwarze Beize versteckt werden können. Der Splint ist stets weiss. Die Härte, Dichtigkeit, Feinheit und Schwere des Ebenholzes sind ausgezeichnet gross, bedeutend ist aber auch dessen Sprödigkeit. Das Gefüge ist so gleichförmig, dass man von Jahrringen und Spiegeln fast nichts bemerkt. Grosse Gegenstände werden nie aus Ebenholz verfertigt und selten damit furniert; dagegen ist es sehr geschätzt zu kleinen Tischlerarbeiten und noch mehr zu gedrechselten Sachen.

50) Grünes Ebenholz, ist von dem vorigen im Ansehen wie in der Abstammung (von einem in West- und Ostindien wachsenden Baume: *Aspalathus (Brya) Ebenus*, nach anderen von einer amerikanischen Art des Trompetenbaumes: *Bignonia Ebena)* verschieden; olivengrün oder grünlichbraun von Farbe, mit helleren oder dunkleren Längenstreifen, als Folge der ungemein feinen Jahrringe; äusserst dicht und hart, wenigstens ebenso schwer wie das schwarze Ebenholz; die Spiegel sind nicht erkennbar. Es liefert nur dünne Stämme, wird von Tischlern zum Einlegen u. s. w., auch von Drechslern gebraucht.

51) Fernambukholz, Brasilienholz, das bekannte südamerikanische und westindische rote Farbholz, von dem Brasilienholzbaume *(Caesalpinia brasiliensis* und *C. echinata)*; wird auch von Tischlern zum Fournieren feiner Gegenstände, sowie sehr häufig zu Violinbögen angewendet. Es ist hart, nimmt mit der Zeit eine dunklere Farbe an, und lässt sich sehr gut schleifen und schön polieren.

52) Luftholz, Violettholz, Purpurholz, Amarantholz, Palisanderholz, blaues Ebenholz (richtig: *Pao-santo*-Holz, d. i. heiliges Holz), von *Jacaranda mimosaefolia*, ist schwer, mässig hart, sehr geradspaltig, biegsam, und von ziemlich feinem, gleichartigen, doch etwas porösen Gefüge, auf dem frischen Schnitte rötlichgrau, nach längerer Einwirkung der Luft schön violett und dient zu feinen und kleinen Tischlerwaren.

53) Atlasholz, Satinholz, Satinetholz, von zwei in Guiana und auf den Antillen einheimischen Bäumen *(Ferolia guyanensis* und *Ferolia variegata)*, ist blassgelb, fein, dicht und hart; fast so schwer wie Wasser; mit sehr schmalen Jahrringen, durch seine kleinen Spiegel (worin es dem Ahornholze ähnlich ist) nach dem Polieren von seidenartigem Schimmer (daher der Name). Zu schönen Tischlerarbeiten wird es geschätzt. — Unter gleichem Namen kommt auch ein ostindisches Holz (von *Chloroxylon Swietenia)* vor.

54) Rosenholz, Rhodiserholz, angeblich von einer Art der Winde *(Convolvulus scoparius* oder *Rhodoriza scoparia)*, wiewohl mehrerlei Holz unter dem Namen Rosenholz im Handel vorkommt. Das eine wird aus Ostindien und der Levante gebracht, ist hart, dicht und schwer, von gelblicher Farbe, mit rosenroten und braunroten Flammen, rosenartig riechend. Ein anderes stammt von den Antillen und hat keinen Rosengeruch, übrigens aber Ähnlichkeit mit jenem. Ein drittes (afrikanisches Rosenholz) ist von *Pterocarpus erinaceus* oder *Pt. echinatus*. Man macht aus allen kleine Tischler- oder Drechslerarbeiten, oft auch Violinbögen.

55) Sandelholz, Santelholz, rotes Santelholz, von dem Santelbaume *(Pterocarpus santalinus* und *Pt. indicus)* in Ostindien. Es ist dunkelrot, sehr hart und schwer, aber, obwohl in der Hauptmasse dicht und fein, doch mit vielen groben Poren versehen. Mit der Zeit wird es fast schwarz. Es dient zu eingelegter Tischlerarbeit und für Drechsler.

56) Gelbes Sandelholz, citronengelb, ziemlich dicht, von eigentümlichem, aromatischen Geruche. Stammt gleichfalls aus Ostindien, aber von

anderen Bäumen *(Santalum album, S. myrtifolium* und *S. Freycinetianum)*, welche angeblich auch einen Teil des roten Santelholzes liefern; wird von Tischlern zu feinen Gegenständen verarbeitet.

57) Königsholz, ein seiner Schönheit wegen sehr geachtetes Tischler- und Drechslerholz aus Südamerika, ist braunviolett oder schwarzbraun, mit hellrötlichen Längenstreifen, ebenso fein und dicht, als hart und schwer. Die Mutterpflanze ist unbekannt.

58) Jakarandaholz, brasilianisches Pockholz, Palisanderholz, aus Brasilien; dem vorigen ziemlich ähnlich, aber mehr porös, in der Hauptfarbe schwarz, mit rotbraunen Streifen und Flammen. Wird von den Tischlern als feines Furnierholz sehr hoch geschätzt. Es kommt von *Jacaranda brasiliensis* und sonstigen Arten derselben Gattung, vermutlich auch von einigen anderen Bäumen, namentlich *Bignonia brasiliensis, B. chrysantha* und *B. leucoxylon;* das beste soll von Arten der Gattung *Dalbergia* stammen.

59) Grenadillholz, braunes Grenadillholz, rotes Ebenholz, aus Ostindien und einigen afrikanischen Inseln, von *Anthyllis cretica (Ebenus creticus)*, ist rotbraun, mit dunkleren Streifen und Flammen, sehr hart, dicht und schwer, von feinem, gleichartigen Gefüge, aber ziemlich spröde. Man schätzt es zu kostbaren Tischlerarbeiten, macht übrigens auch Drechslerwaren und schöne Flöten u. s. w. daraus. Eine Art, die besonders hart ist, bezeichnet man mit dem Namen Eisengrenadill oder Eisenholz (obwohl letzterer Name auch für andere ausgezeichnet harte Hölzer gebraucht wird), und unterscheidet sie wieder in braunes und schwarzes, wovon letzteres fast dem Ebenholz an Schwärze gleichkommt. Als Bäume, von welchen sogenanntes Eisenholz kommt, werden genannt: *Mesua ferrea* und *M. speciosa* in Ostindien; *Metrosideros vera* auf den Molukken und nahe gelegenen Südsee-Inseln; *Cupania Sideroxyton (Stadmannia Sideroxylon)* auf der Insel Bourbon; *Siderodendron triflorum (Siderodendron ferreum)* auf Martinique; *Stadmannia australis* in Neuholland; *Fagraea peregrina* auf Sumatra und *Eucalyptus*-Arten.

60) Tikholz, Teckholz, indisches Eichenholz, von *Tectonia grandis*, einem mächtigen Baume in Ostindien, ist mässig schwer, porös, aber fest und sehr dauerhaft, wenig schwindend, lichtbraun von Farbe und wird in grosser Menge zum Schiffbau angewendet. Das afrikanische Tikholz stammt von einem andern Baume *(Oldfieldia africana)*.

II. Abschnitt.

Vorbearbeitung, bezw. Zerlegung der Holzstämme.

Das zur Verarbeitung bestimmte Holz ist Handelsware:

I. in ganzen Stämmen, die teils rund, teils abgeflacht (beschlagen) sind: Ganzholz;
II. gespalten: Spaltholz;
III. durch Längenschnitte in Teile verschiedener Breite und Dicke zersägt: Schnittholz;
IV. in verschiedener Weise zerlegt und verschiedene Namen führend.

1) Ganzholz. — In runden (unbeschlagenen) Stämmen oder kürzeren Teilen derselben (Blöcken) kommen viele Tischler- und Drechsler-Hölzer vor, welche nur dünn wachsen und erst in den Werkstätten selbst nach Erfordernis zerschnitten werden; ferner dünnes sogenanntes Stangenholz zu Wagengestellen u. s. w.; endlich das Bauholz für gewisse Zwecke, als: zu Brunnen- und Wasserleitungsröhren, Pfählen oder Piloten, Knüppeldämmen, Wellbäumen, Ambossstöcken, Bestandteilen zum Schiffbau.

Im Gegensatze der runden Bauhölzer (Rundhölzer) nennt man Balken, Kant- oder Eckhölzer diejenigen Stämme, welche durch das Beschlagen, Abvieren mit vier Flächen versehen sind und bald ein Quadrat, bald ein Rechteck zum Querschnitt haben. Oft werden die Rundhölzer, um das Austrocknen und die Abfuhr zu erleichtern, schon im Walde unvollkommen beschlagen, was man Bewaldrechten, Berappen nennt. Sie erhalten dabei zwar vier Flächen, aber keine scharfen Kanten, an deren Stelle vielmehr Teile der ursprünglichen Rundung übrig gelassen werden (Wahnkanten, Waldkanten, Baumkanten).

Gewöhnlich verhält sich die Dicke des bewaldrechteten (waldkantig beschlagenen) Holzes zu dem Durchmesser des rohen Stammes wie 17 zu 20, wodurch etwas mehr als der sechste Teil von dem Kubikinhalte abfällt. Ein Mann bewaldrechtet an einem Wintertage, wenn er höchstens eine Meile zum Arbeitsorte zu gehen hat, 2 Stück kleines, $1^1/_2$ Stück mittleres oder 1 Stück starkes Bauholz: die Länge für diese drei Gattungen zu etwa 9 bis 11, 11 bis 12 und 12 bis 13,5 *m*, die Dicke am Zopf- oder Wipfelende zu 12 bis 15, 17 bis 23 und 25 bis 30 *cm* angenommen.

Zum Beschlagen wird der noch ganz runde oder schon bewaldrechtete Stamm auf sogenannte Hauböcke, Zimmerböcke, oder auf eine andere geeignete hölzerne Unterlage gelegt und mittels eiserner Klammern befestigt.

Dann zeichnet man die Lage und Richtung der ersten zu bildenden Fläche durch einen Schnurschlag vor, was man schnüren oder abschnüren (I, 662) nennt. Zuerst werden nun seitwärts in etwa 60 *cm* Entfernung voneinander mit der Axt senkrechte Kerben (Stiche) eingehauen, welche bis an den Schnurschlag in das Holz reichen, worauf der wegzunehmende Holzteil zwischen den Stichen mit der Zimmeraxt abgehauen und die entstandene Fläche mit dem Breitbeile (welches nur schwache Späne nimmt) geebnet und geglättet wird. Auf gleiche Weise wird die gegenüberstehende oder zweite Seitenfläche bearbeitet, sodann der Stamm um ein Viertel des Kreises gewendet und zur Bildung der dritten und vierten Fläche geschritten. Die so erhaltene Querschnitts-Gestalt ist ein Quadrat oder ein dem Quadrat nahe kommendes Rechteck, und der Balken erhält meistenteils, um die Grösse des Abfalles zu vermindern, an dem Stamm-Ende eine um etwas (bis 5 *cm*) grössere Stärke, als am Zopf-Ende. Bei Bauhölzern, welche schiefwinklig beschlagen werden müssen, ist es am besten, den Stamm erst winkelrecht zuzurichten und die schrägen Flächen nachher mit Axt und Beil besonders auszuarbeiten. Man gelangt auf diese Weise, allerdings mit etwas mehr Arbeit, am sichersten zur genau richtigen Gestalt.

Man bezeichnet im Holzhandel die Balken und die zu denselben bestimmten Stämme zuweilen noch nach dem Fussmasse ihrer Länge (1 Fuss durchschnittlich = 30 *cm*), z. B. Sechziger-, Fünfziger-, Vierziger-Balken. Die Dicke wird bei Bestellungen nach dem Bedarfe angegeben, wobei man den geringsten Durchmesser, nämlich jenen am Zopf-Ende vorschreibt. Sparren werden die dünneren Stämme genannt.

Beispiele gebräuchlicher Abmessungen sind folgende:

	Länge in *m*	Querschnitt in *cm*
Balken:	8,75	$19^1/_2 \times 22^1/_2$
	11,75	$19^1/_2 \times 23^1/_2$ bis 24
	14,60	$19^1/_2 \times 24$ bis 25
Sparren:	8,75	12×14 bis 15
	11,75	12×16

oder:

	freiliegende Länge in *m*	Querschnitt in *cm*
Balken:	4,00	17×20
	4,50	18×22
	5,00	18×24
	6,00	20×25 bis 20×27

Sparren: je nach Entfernung der Stützen 10×13 bis 14×17.

2) Spaltholz (Kluftholz). — Das Spalten, Klöben, wobei die Trennung des Holzes in der Längenrichtung genau dem Laufe der Fasern entsprechend erfolgt, hat — wo es überhaupt durch die Beschaffenheit des Holzes und die Gestalt der darzustellenden Teile ausführbar wird, vor dem Sägen mehrere Vorzüge: 1) Es ist schneller und mit einfacheren Werkzeugen zu verrichten und giebt, bei gehöriger Beschaffenheit des Holzes, wenig Abfall. 2) Gespaltenes Holz ist biegsamer, elastischer und besitzt mehr Festigkeit gegen das Zerbrechen, als geschnittenes, weil in letzterem fast immer ein Teil der Fasern durchschnitten, folglich der Zusammenhang des Ganzen geschwächt wird, was dagegen beim Spalten nie eintritt. 3) Spaltholz ist weniger dem Werfen ausgesetzt als Schnittholz, ebenfalls weil in ersterem überall der natürliche Lauf der Fasern unversehrt ist; ferner weil bei dünnen und breiten Spaltstücken, wenn die Hauptflächen nach dem Laufe der Spiegel genommen werden, der

grosse Einfluss, welchen letztere auf das Quellen und Schwinden haben, beseitigt ist (S. 576).

Beschränkt wird die Anwendung des Spaltens durch die geringe Spaltbarkeit vieler übrigens geradfaseriger Hölzer und durch die Krummfaserigkeit anderer; dann durch die Notwendigkeit, Holzteile auch von nicht gerader und nicht prismatischer Gestalt darzustellen, sowie durch die Schwierigkeit, sehr breite und dabei ganz ebene Spaltflächen zu erhalten. Dazu kommt, dass selbst bei ganz schlicht gewachsenem Holze wegen der schraubenartig gewundenen Lage der Fasern (S. 558) die Spaltflächen windschief ausfallen, was bei langen gespaltenen Stücken merklich wird.

Die wesentlichsten Spalthölzer sind: 1) Schindeln, Dachschindeln von Fichten-, Tannen-, Lärchen-, seltener von Eichen-, Espenholz u. s. w., 30 *cm* bis bis gegen 1 *m* lang, 8 bis 15 *cm* breit, bis 25 *mm* am Rücken dick. Man spaltet sie, aus Klötzen von Schindellänge und oft bedeutender Dicke, keilförmig in der Richtung der Spiegel, beschneidet sie mittels des Ziehmessers (I, 388), bildet an der dünnen Kante von beiden Flächen aus eine Zuschärfung und reisst auf der dicken Kante mittels eines hakenförmigen Eisens eine Furche ein. Beim Auflegen auf ein Dach greift jede Schindel mit ihrer scharfen Kante in die Furche der benachbarten ein. — 2) Zaunstöcke, Weinpfähle, überhaupt Stöcke zum Anbinden der Gewächse in Gärten u. s. w. (sofern man hierzu nicht ganze, runde Stämmchen gebraucht). — 3) Schachteln und Siebränder, aus Tannenholz, Fichtenholz, seltener aus dem Holze der Salweide. — 4) Böttcherholz, Fassholz, Bindholz, nämlich Daubenholz, Stabholz, Bodenholz und Reifholz. Die besten Fassstäbe werden aus Eichenholz gemacht, weniger gut ist Eschenholz; Tannen-, Fichten-, Föhren-, Lärchen-, Buchenholz dienen fast nur zu Bottichen, Eimern u. dgl., sowie zu Fässern für trockene Dinge. Die Stäbe kommen von 60 *cm* bis etwa 2 *m* lang, 10 bis 18 *cm* breit und 3 bis 8 *cm* dick in den Handel; die breiten Flächen werden in der Spiegelrichtung (von der Rinde gegen den Kern) genommen. Nach dem Spalten wird das weiche Holz mit dem Ziehmesser, Eichenholz mit dem Beile, völlig zugerichtet. Das Bodenholz besteht aus Stäben, die an beiden Enden etwas dünner zulaufend bearbeitet sind, weil die Fassböden am Rande abgeschrägt werden. Zu den Reifen gebraucht man gerade Schösslinge oder Stangen (Reifstöcke) von Haselnusssträuchen, Birken, Weiden, Eschen, Eichen, die nach den verschiedenen Bestimmungen der Reifen von 1 bis 12 *m* lang, 1 bis 7 *cm* dick sind und mitten durchgespalten werden. Denjenigen, die schon gebogen in den Handel kommen, giebt man, wenn sie dick und lang sind, die Krümmung zwischen im Kreise gestellten Pfählen, nachdem man sie am Feuer gebäht hat. — 5) Wagner- oder Stellmacherholz (Achsen, Felgen, Speichen), wozu Rotbuche, Weissbuche, Ulme, Esche, Ahorn am besten taugen. — 6) Instrumentholz, Resonanzholz, Klangholz, zu den Resonanzböden der musikalischen Instrumente (teils Tannen-, teils Fichtenholz). — 7) Späne, Holzspäne, Buchenspäne, Fichtenspäne, Buchbinderspäne, Schuhmacherspäne, furnierartige dünne Blätter von 10 bis 40 *cm* Breite, 0,9 bis 1,2 *m* Länge, welche aus frischem Rotbuchenholze oder Fichtenholze gespalten werden, und jetzt nur selten mehr zu Bücherdeckeln, zum Einlegen in Schuhe, dagegen häufig als Hinterlage kleiner Spiegel, als Unterlage der Ziegel beim Dachdecken u. s. w. gebraucht werden. — 8) Schienen (dünne schmale Streifen) zu hölzernen Siebböden, meist aus Haselnuss- oder Eschenholz. — 9) Die Weidenruten zu feinen Korbmacher-Arbeiten, und die schmalen, ebenfalls aus Weidenzweigen durch Spalten gebildeten Streifen, wovon die sogenannten Basthüte verfertigt werden. — 10) Das Stuhlrohr zu den bekannten Flechtarbeiten.

Die Gerätschaften zum Spalten des Holzes (I, 331) sind immer sehr einfach: die Axt, das Beil, mit oder ohne Beihilfe eines eisernen verstählten Keiles; bei kleinerem Holze eine starke, messerförmige Klinge (Spaltklinge, Klöbeisen)[1])

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1837, Bd. 8, S. 614 m. Abb.

oder ein gewöhnliches Messer; zum Zerteilen der Korbmacher-Weiden ein hölzernes Werkzeug mit drei oder mehr strahlenartig gestellten Schneiden.

3) Schnittholz, Sägeholz. — Kleines Bauholz (von geringer Breite und Dicke) wird oft durch Zerschneiden der Stämme nach ihrer Länge dargestellt und dann in die erforderliche Gestalt gezimmert. Auf diese Weise entsteht Halbholz, wenn durch einen einzigen Längenschnitt der Stamm in zwei gleiche Teile getrennt wird; Kreuzholz, vier Teile aus dem Stamme, durch zwei in der Achse sich rechtwinklig kreuzende Schnitte; Sechstelholz durch drei Kreuzschnitte. Dieses Verfahren ist weniger vorteilhaft als das andere, die schwachen Hölzer aus ganzen angemessen dünnen Stämmen zu zimmern, denn da durch das Aufschneiden der Kern an eine Seite des Stückes zu liegen kommt, so tritt infolge der ungleichen Beschaffenheit der Holzteile leichter das Werfen ein, als wenn der Kern in der Mitte bleibt (S. 576). Jedenfalls ist zu empfehlen, die Schnitte an der Stelle der Waldrisse (wo das Holz schon auf dem Stamme zersprungen ist, S. 570) zu machen.

Die regelmässige Anwendung des Zersägens in der Längenrichtung (Trennen, Langschneiden) findet statt zur Darstellung der allgemein in den Handel kommenden Schnitthölzer, welche durch Zimmern (Beschlagen) nicht ohne übergrossen Abfall und nicht mit der nötigen Vollkommenheit dargestellt werden könnten. Diese sind teils breit, teils nahezu quadratisch im Querschnitt:

1) Breites Schnittholz:

a. Bohlen, Läden, Planken, Pfosten, von 5 bis zu 10, selten bis 20 *cm* Dicke, wobei die Breite durch die Stärke der Baumstämme bestimmt wird.

b. Bretter, Dielen, von den Bohlen durch die Dicke verschieden, welche 0,5 bis 4 *cm* beträgt. Nach den Abstufungen der Breite und Dicke unterscheidet man gewöhnlich volle Dielen, gemeine Dielen und Futterdielen. Auch ist folgende Einteilung gebräuchlich: Ganze Spundbretter 4 *cm* dick, halbe Spundbretter 3,5, Tischlerbretter 3, Schalbretter 2,5, Kistenbretter 0,5 bis 2 *cm*. Die dickeren Arten schneidet man, um sie thunlichst breit zu erhalten, vorzugsweise aus dickeren Stämmen. Die Länge der Bohlen und Dielen beträgt nicht unter 3 und nicht über 8 *m*.

c. Furniere, vorwiegend aus feinen Hölzern (Furnierholz), zum Bekleiden und Einlegen von Tischlerarbeiten, gewöhnlich 0,5 bis 2 *mm*, jedenfalls unter 5 *mm* dick, von sehr verschiedener Länge und Breite.

2) Schnittholz mit fast quadratischem Querschnitt (kantiges Schnittholz):

a. Stollen, Stollenholz. Folgende Querschnitts-Abmessungen sind gebräuchlich: 7 × 7; 7 × 9; 8 × 10; 10 × 10; 10 × 12; 12 × 12; 12 × 15; 15 × 15; 15 × 17; 17 × 17; 17 × 20; 20 × 20 *cm*. Die Länge schwankt meistens zwischen 3 *m* und 6 *m*.

b. Latten. Sie werden meistens durch Zerlegen der Bretter gewonnen, sind 2 bis 6 *cm* dick, oft ebenso breit, oft breiter.

Man wählt zum Schnittholz regelmässig die gesündesten, geradesten, reinsten, astfreiesten Bäume, und zwar den untersten, dicksten Teil derselben, welcher auf 5, 6, 7 *m* Länge abgeschnitten und in Hinsicht auf seine Bestimmung Sägeblock, Bloch, Klotz genannt wird. Sehr grosse Bäume liefern zwei, drei Sägeblöcke und werden danach zweistielig, dreistielig genannt. Das Schneiden der Bretter und Bohlen geschieht am besten bald nach dem Fällen, nicht nur weil das zerkleinerte Holz leichter und vollständiger austrocknet, sondern auch weil das Schneiden des frischen Holzes weniger Kraftaufwand erfordert. (Vergl. w. u.)

Man schneidet Bohlen und Bretter entweder aus runden Blöcken, oder aus solchen, welche auf zwei gegenüberstehenden Seiten (seltener auf allen vier Seiten) flach beschlagen (abgeschwartet) bezw. mit der Säge beschnitten sind. Im ersten Falle erhält man auf jeder Seite eine Schwarte, ein Schellstück, nämlich einen dielenartigen Holzstreifen, welcher im Querschnitte die Gestalt eines Kreisabschnittes hat; die Dielen selbst fallen natürlich von verschiedener Breite aus, die breitesten aus der Mitte (Mitteldielen), und sind an den Rändern bogenförmig schräg, von einem Teile des Splintringes begrenzt (ungesäumte, ungestrichene, rindkantige, rundkantige Dielen, Wahndielen). Ein ab-abgeschwarteter Block dagegen liefert — indem er zum Schneiden auf die eine Abschwartungsfläche gelegt wird und die Schnitte rechtwinklig gegen diese Fläche laufen — aus der Mitte splintfreie, rechtwinklig abgekantete — gesäumte, besäumte oder vollkantige — Bretter. Sehr dicke Blöcke werden in zwei Teile zerlegt oder geviertelt und dann erst zu Dielen geschnitten. Bei Rotbuchenholz soll hierdurch das Werfen verhindert werden, was bei diesem Holze sonst sehr leicht eintritt. Mit allen Dielen oder Bohlen, welche nicht schon infolge des Abschwartens gesäumt sind, muss das Säumen nachher durch einen besonderen Sägenschnitt an jeder Kante verrichtet werden, insofern nicht etwa für gewisse Anwendungen diese Arbeit überflüssig ist. Damit durch das Säumen möglichst wenig Abfall entsteht, ist es zweckmässig, dicke Bretter aus der Mitte, dünnere aus den Seitenteilen des Blockes zu schneiden. Da die Baumstämme gewöhnlich eine geringe Krümmung haben, so muss man darauf achten, die krummen Seiten des Blockes nach oben und unten zu legen, damit nicht durch die senkrechten Sägenschnitte die Holzfasern schräg durchschnitten werden, was der Festigkeit schaden und das Werfen befördern würde. Bei den älteren Schneidemühlen ist man durch die Befestigungsweise des Blockes häufig gezwungen, die Schnitte nicht ganz bis zum Ende des Blockes zu führen, sondern einen kurzen Teil (den sogenannten Kamm oder Späller) undurchschnitten zu lassen, damit die Bretter bis zum Ende der Arbeit zusammenhalten; sie werden dann durch Spalten von einander getrennt.

1) Schneiden mit der Handsäge. — Die Säge (Langsäge, I, 416) ist 1,2 bis 1,8 *m* lang, 10 bis 15 *cm* breit; mit grossen, abwechselnd etwas nach der Seite ausgebogenen, (geschränkten I, 410) Zähnen, an jedem Ende mit einem hölzernen Querhefte versehen. Der Sägeblock wird auf ein mannshohes hölzernes Gerüst oder über eine Erdgrube gelegt; ein Mann steht auf demselben und lenkt die Säge in senkrechter Richtung nach der durch Abschnüren (I, 662) vorgezeichneten Linie; zwei andere Arbeiter (auch wohl nur einer), stehen unten, fassen und bewegen die Säge an dem zweiten Griffe. Das Schneiden findet nur beim Niedergange statt. Wenn der Schnitt um etwa 30 *cm* fortgerückt ist, schiebt man einen Keil in denselben, damit die Säge ohne Klemmung sich fortbewegen kann. Die Langsäge wird selten zum Bretterschneiden benutzt, ist aber zweckmässig zum Zerlegen der Blöcke in grössere Teile, sei es

um die Förderung des Holzes zu erleichtern, sei es, um die Frachtkosten nach und von der Schneidemühle zu sparen.

Über die Leistungsfähigkeit der durch die Hand bewegten Langsäge können folgende Erfahrungsergebnisse angeführt werden:

a. Nach Belidor schnitten drei Arbeiter in einer Stunde: α. Einen trockenen Eichenstamm von 324 *mm* Stärke, auf 1,62 *m* Länge (Grösse der geschnittenen Fläche, einfach gerechnet, 0,525 *qm*); β. einen trockenen Eichenstamm von 189 *mm* Stärke, auf 5,51 bis 5,83 *m* (geschnittene Fläche etwa 1,07 *qm*); γ) einen frischen Eichenstamm von 324 *mm* Stärke, auf 3,24 *m* Länge (geschnittene Fläche 1,08 *qm*); δ. einen frischen Eichenstamm von 189 *mm* Stärke, auf 8,1 bis 8,4 *m* (geschnittene Fläche 1,56 *qm*); ε. einen trockenen Stamm von Föhrenholz, 324 *mm* stark, auf 2,27 *m* Länge (geschnittene Fläche 0,735 *qm*); ζ. einen trockenen Stamm von Föhrenholz, 189 *mm* stark, auf 10 bis 10,4 *m* (geschnittene Fläche etwa 1,93 *qm*); η. einen frischen Stamm von Föhrenholz, 324 *mm* stark, auf 4,53 *m* Länge (geschnittene Fläche 1,468 *qm*). Hiernach ist in grünem Holze während gleicher Arbeitszeit $1^1/_2$ bis 2mal so viel geleistet worden, als in trockenem gleicher Art und Stärke. Zugleich geht hieraus hervor, dass die nämliche Kraft in der nämlichen Zeit mehr leistet bei Holz, dessen Dicke (Höhe des Querschnittes) klein ist, als bei solchem von grosser Dicke, sodass also die Wirkung einer bestimmten Kraft beim Sägen nicht allgemein durch die gesägte Fläche ausgedrückt werden kann. Ganz frisches (nasses) Holz sägt sich allerdings am leichtesten; aber solches von einem geringeren Feuchtigkeitsgehalte, dessen Späne stark zusammenkleben und sich ballen, leistet grösseren Widerstand als völlig trockenes, welches lose, unzusammenhängende Späne giebt.

b. Nach Langsdorf: Zwei sehr geübte und ausdauernde Arbeiter schnitten mit einer sehr dünnen Säge, an welcher die ganze Länge 2,13 *m*, die Länge des gezahnten Teils 1,49 *m* betrug, mit $116^1/_2$ Doppelzügen von durchschnittlich 70 *cm* Hubhöhe, in 2 Minuten 25 *cm* tief in einen 31 *cm* hohen Balken von etwas frischem Föhrenholz ein. Dies ergiebt für eine Stunde Arbeit 2,33 *qm* Schnittfläche oder reichlich um 50% mehr, als bei Belidors Versuch η drei Mann leisteten. Die Geschwindigkeit der Säge findet man aus vorstehenden Angaben = 1,36 *m* für die Sekunde; die Tiefe des Eindringens bei jedem Niedergange oder Doppelzuge = 2,16 *mm*. Die Breite des Schnittes schätzt Langsdorf auf 4 *mm*.

c. Nach Armengaud: Zwei Mann schnitten mit einem Sägeblatt von 1,3 *m* Länge in einen trockenen Eichenholzstamm von 31 *cm* Höhe binnen 7 Minuten 92 *cm* tief; sie arbeiteten dabei 3 bis 4 Minuten anhaltend und machten dann eine Pause von 30 Sekunden; die Hubhöhe der Säge betrug 97 *cm*, die Zahl der Schnitte oder Doppelzüge in 1 Minute durchschnittlich 50 (sekundliche Geschwindigkeit der Säge = 1,6 *m*); die Tiefe des Eindringens beim einzelnen Schnitte berechnet sich auf 2,63 *mm*; die geschnittene Fläche für 1 Stunde Arbeit auf 2,48 *qm*. In diesem Falle, wie im vorigen, würde aber — wegen der nötigen Ruhepausen — die wirkliche Leistung während einer Stunde erheblich geringer ausgefallen sein, als die Berechnung nach dem kurzen Versuche ergiebt.

2) Schneiden auf Säge- oder Schneidmühlen[1]), die durch Wasser- oder Dampfkraft betrieben werden.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1843, Bd. 13, S. 164 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1862, S. 269, 314, 409, 465 m. Abb.
Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre, Bd. 2, 2. Aufl., Braunschweig 1876.
Exner, Handsägen und Sägemaschinen, Weimar 1878 u. 1881, m. Abb.
Hermann Fischer, Die Holzsäge; Berlin 1879, m. Abb.
Armengaud aîné, les scieries mecaniques, et les machines-outils a travailler les bois, Paris 1881.
Exner, Officieller Ausstellungsber. Gr. XIII, Sect. 2, Wien 1874, m. Abb.
Ernst Tronet, Östr. Bericht u. d. Philadelphiaer Ausstellung, VI. Heft, Wien 1877, m. Abb.

Die Schneidemühlen können zunächst eingeteilt werden in solche mit schwingender Säge und solche mit stetig arbeitender Säge. Für erstere werden stets gerade Sägeblätter verwendet; letztere sind als Kreissägen (kreisförmiges Sägeblatt) und Bandsägen (bandförmiges Sägeblatt) bekannt.

A. Schneidemühlen mit schwingender Säge. Sie sind selten mit ungespannter (Steifsäge) meistens mit gespannten (Gattersägen I, 418) Sägeblättern ausgerüstet.

a. Die Steifsäge ist eine für Maschinenbetrieb eingerichtete Langsäge (S. 598), hat ähnliche Abmessungen wie diese, indessen meistens eine grössere Dicke (bis zu 6 *mm* dicke Sägeblätter habe ich selbst gemessen), wird im wesentlichen senkrecht auf- und niederbewegt, und schneidet nur beim Niedergange, sodass der nach unten gerichtete Zug der am unteren Ende der Säge angreifenden Lenkstange eine gewisse, die Steifheit der Säge unterstützende Spannung hervorbringt. Sie weicht dadurch von der Hand-Langsäge ab, dass ihre Enden mit an geraden Führungen gleitenden Klötzen versehen sind (an den untern derselben greift die Lenkstange) und der Block nach jedem Schnitt der Säge entgegenrückt. Der Block ist zu diesem Zweck auf einem Wagen befestigt. Letzterer ist ähnlich ausgebildet wie der Wagen des w. u. folgenden Mittelgatters. Die Schneidemühle mit Steifsäge ist verhältnismässig leicht fortschaffbar einzurichten und findet deshalb Verwendung im Walde; ihre Leistungsfähigkeit ist gering, auch erzeugt sie, wegen ihrer grossen Dicke, viel Späne.

b. Das Seitengatter (I, 418)[1]) gehört zur Gruppe der mit gespannten Sägen ausgerüsteten Schneidemühlen. Dem Sägeblatt wird durch Zugspannung eine solche Steifigkeit gegeben, dass es trotz viel geringerer Dicke dem Holz rascher entgegengeführt werden darf, als die soeben besprochene Steifsäge. Das Gatter oder der Rahmen ist der Örtersäge nachgebildet, es hat die Gestalt eines I, zwischen dessen Hörner an der einen Seite das Sägeblatt gespannt ist, während an der anderen Seite eine Spannstange die Hörnerenden zusammenhält. Es wird regelmässig senkrecht auf- und niederbewegt, schneidet nur beim Niedergang und der auf einem Wagen befestigte Block wird ihm in wagerechter Richtung entgegengeführt. Die senkrechten Führungen des Seitengatters sind an einem festen Ständer angebracht und die das Gatter bethätigende Kurbelwelle unter dasselbe gelegt. Ein mit Laufrollen versehener oder auf festgelagerten Rollen verschiebbarer Rahmen (der Wagen) ist mit einem Aufsatz (dem Oberwagen) versehen, welcher winkelrecht zu seiner Länge und wagerecht auf dem Unterwagen genau verschoben werden kann. An der Seite dieses Aufsatzes ist der Block in geeigneter Weise befestigt. Man führt den Wagen so, dass der eine Rand desselben nahe dem Sägeblatt entlang sich bewegt und lässt den Block durch Verschiebung des Oberwagens um die abzuschneidende Holzdicke über das

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1862, S. 281 m. Abb.
Civilingenieur 1879, S. 40 m. Abb.

Sägeblatt ragen, sodass das letztere den Block an vorgeschriebener Stelle vollständig durchschneidet (was bei dem Mittelgatter meistens nicht möglich ist). Nach Vollendung des Schnittes bewegt man den Wagen rasch zurück, verschiebt den Oberwagen nebst Block um die Brettdicke seitwärts und lässt sodann aufs neue den Block sich gegen die Säge verschieben. Sofern nun die Dicke der abzutrennenden Schwarten oder Bretter — wie gewöhnlich — gering ist, kann die Ausladung der Säge, d. h. die Entfernung zwischen Sägeblatt und Stiel des Gatters gering werden. Die Spannung des Sägeblattes verlangt also nur leichte Hörner und das ganze Gatter fällt verhältnismässig leicht aus, wodurch die Massenwirkungen (s. w. u.) klein werden. Das Seitengatter eignet sich deshalb für eine grössere Geschwindigkeit der Säge und für das Abtrennen der Schwarten (das Besäumen, S. 598), sowie das Abtrennen der Bretter. Sollen Bretter aus Bohlen geschnitten werden, so kann man letztere unmittelbar auf Rollen legen und den Wagen in Gestalt einer Zahnstange so neben dem Werkstück anbringen, dass dieser nur die Fortbewegung des letzteren zufällt [1]) oder auf den Wagen völlig verzichten, indem ausser den liegenden Tragrollen zwei Paar senkrechte Walzen angebracht werden, welche die Bohle gegen die Säge führen. Letzteres Verfahren empfiehlt sich namentlich, wenn die Bohle nur durch einen Schnitt zerlegt werden soll, also der sonst erforderliche Rücklauf hinwegfällt.

c. Das liegende oder Horizontal-Gatter [2]) unterscheidet sich, soweit das eigentliche Gatter in Frage kommt, im wesentlichen nur durch seine wagerechte Lage von dem Seitengatter. Es liegt insbesondere die Ebene des Sägeblattes wagerecht und bedingt hierdurch den oberen Teil des Werkstücks bis zur Schnittebene freizuhalten. Wird die Säge zum Zerlegen ganzer Blöcke oder doch dicker Bohlen in mehrere Teile verwendet, so ist sie mit einem Wagen versehen, der auf Rollen läuft, die ihn in gerader Linie gut führen, und Einspannvorrichtungen enthält, welche das Werkstück an beiden Langseiten angreifen. Sollen dagegen Bretter oder dünnere Bohlen durch einen einzigen Schnitt zerlegt (getrennt) oder doch regelmässig geschnittene Hölzer weiter bearbeitet werden, so bedient man sich häufiger des Walzenvorschubes, d. h. zweier oder mehrerer Paar wagerechter, angemessen angetriebener Walzen, welche das Werkstück zwischen sich klemmen (I, 562), bezw. der Säge entgegenführen. Die Einstellung der Brettdicke findet regelmässig durch Verschieben der Gatterführung in senkrechter Richtung statt.

Zu dem Ende sind die Gatterführungen an einer Platte befestigt, welche an Stäben des Maschinengestelles geführt und durch zwei gleichlaufende Schrauben genau gleichmässig gehoben, bezw. gesenkt wird. Hierdurch gewinnt man die Einstellung rasch und genau; selbst bei grösserer Flüchtigkeit wird unmöglich, dass die nacheinander gewonnenen Bretter an einer Stelle eine andere Dicke haben als an irgend einer anderen. Allerdings wird die Richtung des das Gatter mit der daneben liegenden Kurbelwelle verbindenden Lenkers oft

---

[1]) Civilingen. 1879, S. 39 m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1863, S. 145 m. Abb., S. 535 m. Abb.
Samml. d. Zeichn. f. d. Hütte 1867, Taf. 27.

recht ungünstig, indem letzterer bei besonders hoher oder tiefer Lage des Gatters einen ziemlich grossen Winkel mit der Bewegungsrichtung des Gatters einschliesst. Es fehlt nicht an Vorschlägen zur Vermeidung dieses Übelstandes. Z. B. soll die Kurbelwelle an der Führungsplatte des Gatters gelagert werden[1]), sodass sie mit letzterer auf- und niedersteigt, oder es soll das Gatter nebst seiner Führungsplatte seine Höhenlage beibehalten, während das Werkstück nach Bedarf gehoben, bezw. gesenkt wird.[2]) Zu dem Ende wird der Wagen in zwei Teile zerlegt; der obere Teil, auf welchem das Werkstück befestigt ist, ruht mittels keilförmiger Flächen auf dem eigentlichen Wagen, sodass eine (in der Längenrichtung stattfindende) gegensätzliche Verschiebung der beiden Wagenteile das Heben bezw. Senken des Blockes herbeiführt. Der Umstand, dass mit der Länge des gespannten Sägeblattes dessen Widerstandsfähigkeit gegen Durchbiegungen abnimmt, dass also mit ersterer die Gefahr des Verlaufens der Säge oder doch des ungenauen Schneidens wächst, hat Veranlassung gegeben, dem Sägeblatt des liegenden Gatters ausser der durch das eigentliche Gatter gebotenen noch eine besondere Stütze zu geben. Anfangs brachte man (wohl nach dem Vorbild der Cochot'schen Furniersäge)[3]) links und rechts von dem zu zerlegenden Holzblock und zwar demselben möglichst nahe, je eine Führung an, welche aus je einem festen, geschlitzten Stück Holz bestand. Solange die Schlitzweite der Sägeblattstärke genau gleich war, wurde die freie oder durch die Anspannung vor dem Durchbiegen zu schützende Sägeblattlänge auf den Abstand der beiden Führungsstücke, also auf wenig mehr als die Blockdicke h vermindert. Die bald eintretende Abnutzung der Schlitzwände dieser Führungen machte aber diese Stützung der Säge bald wertlos, wenn nicht eine häufige Erneuerung der Führungen stattfand. Zur Zeit findet man bei liegenden Gattern fast allgemein folgende, weit wirksamere Führung. Zu beiden Seiten des zu zerschneidenden Blockes sind über dem Sägeblatt Führungsstücke AA, Fig. 105, angebracht und das Sägeblatt SS ist so unter diese Führungsstücke gelegt, dass es sich ihnen fest anschmiegt. So ist möglich, den Abstand S



Fig. 105.

dieser Führungsstücke als freie Länge des Sägeblattes (I, 419) zu betrachten. Bei Anwendung solcher Führungen genügt daher eine weit geringere Sägeblattspannung und Dicke, d. h. die Schnittweite und das Gattergewicht wird viel kleiner, als wenn die Stützung des Sägeblattes nur im Gatter stattfindet. Durch das Biegen des Sägeblattes entsteht aber in demselben eine Zusatzspannung. Vermöge der Dehnung $\frac{s}{2R}$ (wenn R den Krümmungshalbmesser der Führung bezeichnet (I, 420) der äusseren Sägenfläche beträgt diese (vergl. I, 112): $\mathfrak{S}_1 = \frac{s}{2R} . E = \frac{s}{R} . \frac{25000}{2}$. Man soll daher R wenigstens $= 1500 s$ machen, sodass $\mathfrak{S}_1$ höchstens $= \frac{s}{1500 s} . \frac{25000}{2} = 8{,}7\ kg$ wird. Wählt man dann

[1]) Herm. Fischer, Die Holzsäge, Berlin 1879, S. 107 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1883, **248**, 269 m. Abb.
[3]) Französ. Patent vom 7. Dez. 1814.

die Länge C der Führungsstücke A zu $50\,s$ (vergl. Fig. 106), so müssen die ausserhalb der Führungsstücke belegenen Enden des Sägeblattes S um $1^1/_2{}^\circ$ gegen die Wagerechte BB geneigt sein, d. h. auch die Führungen des liegenden Gatters müssen $1^1/_2{}^\circ$ Neigung gegen die Wagerechte haben.

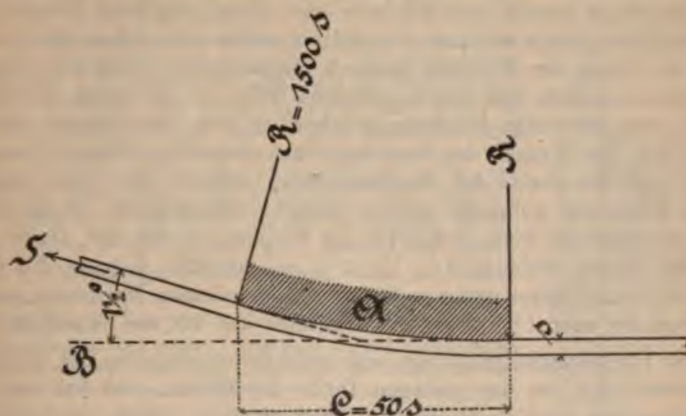


Fig. 106.

An dem Gatter feste Führungsflächen können sonach die Gatterführungen nur längs kleiner Flächen berühren. Um diesen Übelstand zu beseitigen, ist vorgeschlagen worden, die am Gatter befindlichen Führungsflächen an diesem beweglich zu machen, sodass sie sich den Führungsleisten anzuschmiegen vermögen.[1]) Zuweilen legt man zwei Sägeblätter in das Gatter (was auch bei dem Seitengatter stattfindet); alsdann verzichtet man auf die beschriebene, durch Fig. 105 und 106 versinnlichte Sägeblattführung.

Wegen der näher angegebenen Schräglage der das Gatter führenden Stäbe oder Nuten macht ersteres bogenartige Schwingungen in senkrechter Ebene. Man spricht demzufolge von einer Bogenführung der Gatter. Es sei schon hier bemerkt, dass man bei liegenden Gattern nicht selten eine zweite Bogenführung anwendet, welche in wagerechter Ebene liegt und w. u. weiter erörtert werden wird.

d. Die Furniersäge ist eine solche mit liegendem Gatter (früher wurden auch Furniersägen mit senkrechtem Gatter gebaut), bei welchem das zu zerlegende Holz senkrecht und zwar von unten nach oben gegen die Säge geführt wird.[2])

Da zu Furnieren fast ausschliesslich die schönen und teuren Hölzer (Mahagoni, Jakaranda, Nussbaum, Kirschbaum, Ahorn, Eschen u. s. w.), seltener Eichenholz u. dgl. angewendet werden, so giebt man denselben gern eine so geringe Dicke, als die Forderung der Haltbarkeit nur immer gestatten will. Hierzu wird man ferner auch durch den Umstand genötigt, dass zur Herstellung grosser furnierter Tischlerarbeiten, um

---

[1]) Goede, D. p. J. 1883, **250**, 341 m. Abb.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1835, Bd. 6, S. 318 m. Abb.
Samml. v. Zeichn. f. d. Hütte 1850, Bl. 23a, 23b und 1867, Bl. 25.
Z. d. V. d. I. 1862, S. 535 m. Abb.

gleichmässige Figuren zu erzeugen, eine mehrmalige Wiederholung der Zeichnungen des Holzes erfordert wird; denn da gewöhnlich schon in geringen Abständen innerhalb der Dicke einer Bohle die Zeichnung sich bedeutend ändert, so kann jener Zweck nur dann erreicht werden, wenn man die nötige Anzahl von Blättern aus einem möglichst kleinen Teile der Holzdicke entnimmt, also die Blätter selbst sehr dünn macht. Man pflegt die Dicke der Furniere dadurch auszudrücken, dass man angiebt, wie viele derselben aus einem gewissen Teile, z. B. einem Centimeter oder 25 *mm*, der rohen Holzdicke geschnitten sind (was keineswegs einerlei ist mit der Anzahl der Furniere, die zusammen dieses Dickenmass haben, weil die Dicke des Sägenschnittes, welcher nur Späne erzeugt, mit in Rechnung gebracht werden muss). Gewöhnliche, etwas starke Furniere schneidet man 8 bis 10 aus 25 *mm*, wobei die Dicke eines einzelnen Blattes etwa zu $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ *mm* ausfällt, da man die Hälfte als Abfall durch Späne rechnen kann; mit den besten Maschinen gewinnt man jetzt 16 oder 18, ja sogar 25 Blätter aus 25 *mm* Holzdicke.

Das Furniersägen unterliegt weit mehr Schwierigkeiten, als das Sägen der Dielen, weil bei der geringen Dicke der Blätter und bei der meist krummfaserigen und verwachsenen Beschaffenheit gerade des schönsten Furnierholzes sehr leicht Brüche erfolgen oder gar Teile herausfallen und Löcher entstehen, die nur unvollkommen durch Verkitten oder Verleimen versteckt werden können. Um solche Beschädigungen soviel als möglich zu vermeiden, muss die Säge nicht zu grobe und nur sehr wenig geschränkte Zähne besitzen, auch die grösste Sorge dafür getragen werden, dass ihre Bewegung genau stattfindet. Sehr geringe Dicke der Säge (durchschnittlich 0,3 *mm*) ist selbstverständlich. Die Bohlen, aus welchen man Furniere schneidet, sind von verschiedenen Abmessungen, da oft nur ein kleiner Teil eines Baumstammes die erforderliche Schönheit der Zeichnungen darbietet: ihre Länge beträgt 1,5 bis 2,5 *m* und mehr; ihre Breite 20 bis 60 oder selbst gegen 90 *cm*.

Beim Zersägen wird die Bohle auf eine andere von gemeinem Holze mit der einen breiten Fläche festgeleimt, teils damit man sie bis auf den letzten Rest aufarbeiten kann, ohne dabei durch die zur Befestigung nötige Vorrichtung gehindert zu sein; teils um dem Werfen vorzubeugen, welches sonst leicht eintreten würde, wenn die inneren, weniger ausgetrockneten Teile entblösst werden, und die Arbeit (z. B. nur über Nacht) unterbrochen wird. Die hier erforderliche Genauigkeit der Sägenführung kann allein durch Stützen des Sägeblattes im Gatter nicht erreicht werden, zumal die geringe Sägeblattdicke die Anspannung des Sägeblattes (I, 419) beschränkt. Aber auch die bei liegenden Block- und Walzen-Gattern gebräuchliche besondere Stützung des Sägeblattes links und rechts vom Werkstück (S. 602) erachtet man nicht als wirksam genug. Fig. 107 ist ein senkrechter Schnitt der zu zerlegenden Bohle *B*, des Sägeblattes *S*, des abgetrennten Furniers *F* und eines eisernen Führungsstabes *A*, welcher quer über das Werkstück *B* reicht und links und rechts von dem Furnier mit der Platte, welche die Führungen des Gatters enthält, fest verbunden ist. Man sieht, dass das Sägeblatt *S* in seiner ganzen Breite sich gegen *A* stützt, nur seine Zähne über den unteren Rand des Stabes *A* hinwegragen lassend. Ein Ausweichen des Sägeblattes nach rechts (in bezug auf die Figur) ist sonach ausgeschlossen, nicht aber ohne weiteres ein Verlaufen derselben nach links. Um dieses wirksam zu verhindern, hat man *A* in wage-

rechter Richtung schwach gekrümmt (Krümmungshalbmesser 100 bis 120 *m*) und lenkt das Gatter so, dass das Sägeblatt die beiden Enden des Stabes *A* tangiert. Hierdurch wird, wie bei den liegenden Gattern, eine schräge Lage der Gatterführungen nötig, welche hier im wesentlichen in wagerechter Ebene liegen. Das Furnier *F* ist dünn genug, um dem Stabe *A* ausweichen zu können; es wird über *A*, z. B. durch einen hölzernen Querstab und zwei Schnüre gegen *B* gedrückt, um es vor dem Abbrechen zu schützen. Die Krümmung des Schnittes schadet offenbar nicht, da die entstehenden Furniere, vermöge ihrer geringen Dicke, sich leicht in die ebene Gestalt biegen lassen. Das Sägeblatt *S* ist ein wenig gegen das Werkstück geneigt (weniger wie hier gezeichnet), das Furnier *F* weicht aus, es genügt daher eine sehr geringe Schränkung (I, 410) und die Schnittweite, d. h. die Dicke des zur Zerspanung gelangenden Holzes ist nur wenig dicker als das Sägeblatt.

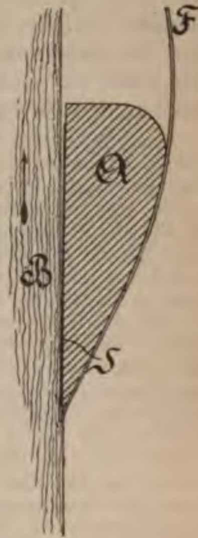


Fig. 107.

Die Furniersäge schneidet fast immer in beiden Bewegungsrichtungen; man versieht sie daher meistens mit einer **Bogenführung** in der Sägeblattfläche (s. w. u.).

Beispielsweise mögen folgende Zahlenverhältnisse angeführt werden: Die Säge macht 200 bis 240, zuweilen sogar 300 Schnitte in der Minute; die Länge des Zuges beträgt 60 *cm*, daher Furniere bis zu 50 oder 55 *cm* Breite geschnitten werden können; bei jedem Schnitte wird das Holz um 0,5 bis 1 *mm* gehoben. Das Sägeblatt ist 1,42 *m* lang, 10 *cm* breit, 0,33 *mm* dick und macht (wegen Schränkung der Zähne) einen etwa 0,6 *mm* breiten Schnitt; mithin fallen, wenn 18 Furniere aus 25 *mm* geschnitten werden, dieselben 0,8 *mm* dick aus. Die Zähne sind 6 *mm* lang oder tief, 9 *mm* breit, und (um den Sägespänen Raum zu geben) 9 *mm* weit von einander entfernt, was dadurch erreicht wird, dass zwischen je zwei Zähnen der ursprünglichen ununterbrochenen Verzahnung einer ausgebrochen wird. Demzufolge ist der Winkel an den Zahnspitzen 56°, das Flächenraums-Verhältnis zwischen Zahnlücke und Zahn = 3 : 1. Zur Bewegung der Maschine wird etwa eine Pferdestärke erfordert, und dabei werden in einer 50 *cm* breiten Bohle 5,4 *qm* in der Stunde geschnitten. Durch Befestigung und Stellung des Holzes, Herablassung desselben vor jedem neuen Durchschneiden, Auswechselung der Säge gegen eine neu geschärfte u. s. w. geht ungefähr die Hälfte der Arbeitszeit an einem Tage verloren. Man muss nämlich, um stets gute Wirkung zu haben, die Säge nach 10 bis 20 minutlichem Gebrauch nachschärfen und demgemäss für jede Maschine wenigstens 2 oder 3 Sägen (Blatt und Gatter) vorrätig halten. — Wenn man die Zähne auf beiden Hälften der Sägenlänge einander entgegengesetzt (sämtlich nach der Mitte hin sehend) stellt, so wird erlangt, dass die eine Hälfte der Säge beim Vorgange, die andere Hälfte beim Rückgange schneidet, folglich die Leistung sich vermehrt (vergl. w. u.). Derselbe Vorteil entsteht, wenn zwar alle Zähne einander gleich, aber von der Gestalt eines sehr spitzwinkligen **gleichschenkligen** Dreieckes sind (6 *mm* Länge, 3 *mm* Breite am Fuss mit Zwischenräumen von 7 *mm*, Winkel der Zahnspitze 28°); denn alsdann ist jeder Zahn imstande, in beiden Richtungen der Bewegung zu schneiden. Von einer Säge mit der zuletzt beschriebenen Verzahnung ist angegeben, dass sie minutlich 300 Doppelzüge (600 Schnitte) macht, also bei 47 *cm* Länge des Zuges mit 4,7 *m* sekundlicher Geschwindigkeit arbeitet, wobei das Holz um 40 *cm* in der Minute oder $^2/_3$ *mm* auf jeden Schnitt vorrückt.

Wegen der mehr und mehr zur Anwendung kommenden Gewinnung der Furniere durch Hobeln (I, 434) ist die Furniersäge einigermassen zurückgedrängt.

e. Das **Mittelgatter**[1]) ist abgeleitet von der **Klobsäge** (I, 418), d. h. der Rahmen, welcher zum Einspannen des Sägeblattes dient, ist rechteckig, und nimmt das Sägeblatt etwa in seiner Mitte auf. Die in der Mitte ihrer Länge durch die Sägenspannung belasteten Querstücke (**Gatterriegel**) stützen sich also mit ihren Enden auf die Seitenteile des Rahmens (**Stiele**, **Gatterstäbe**) und dürfen daher einige Länge haben, ohne der Gefahr des Durchbiegens zu sehr ausgesetzt zu sein. Der zu zerlegende, auf einem Wagen (**Blockwagen**) ruhende Block bewegt sich zwischen den Gatterstielen hindurch.

Der Wagen ist aus zwei kräftigen, entsprechend langen Balken (den **Wagenbäumen**) und zwei Querstücken zusammengefügt, zuweilen auch aus Eisen gefertigt. Er ist entweder mit Rollen versehen, die auf festen Schienen laufen, oder die Schienen sind unter ihm befestigt und ruhen auf fest gelagerten Rollen. Meistens sind die Rollen der einen Seite mit je einer starken, ringsumlaufenden Kerbe versehen, die sich an den entsprechenden Querschnitt der Schiene schliesst und hierdurch die seitliche Lenkung des Wagens bewirkt; zuweilen findet die Lenkung des Wagens durch besondere Mittel statt. Auf dem Wagen liegen zwei Querhölzer (**Schemel**), welche den Block unmittelbar stützen. Derjenige dieser Schemel, welcher hinter dem Sägenrücken sich befindet, heisst **grosser** oder **Hinterschemel**, der vor dem verzahnten Rande der Säge liegende **kleiner** oder **Vorderschemel**. Damit nun die Säge von der betreffenden Endfläche in den Block einzudringen vermag, muss sie in dem Hinterschemel Raum finden, welcher zu diesem Zweck mit einem tiefen Schlitz versehen ist. An dem Vorderschemel ist jedenfalls ein so tiefer Schlitz überflüssig; da man aber meistens die Schnitte nicht ganz hindurchführt, um zunächst den Zusammenhang der Bretter mit dem Block zu wahren, so kann hier ein die Fasern des Schemels quer durchschneidender Schlitz ganz gespart werden. Für den Vorderschemel braucht man deshalb ein weniger dickes Holz, als für den grossen Schemel. Man befestigt nun die Blockenden auf den Schemeln mittels **Spiesse** (die einerseits in den Block getrieben, anderseits in dem grossen Schemel festgekeilt werden) Klammern, Knechte oder Klemmstangen (I, 579), welche Befestigungsmittel gelöst werden müssen, um nach stattgehabtem Rücklauf des Wagens den Block für einen neuen Schnitt einzustellen. Letzteres geschieht unter Zuhilfenahme eiserner, zugespitzter Stangen, die als Hebel dienen. Es lässt sich leicht übersehen, dass hierbei erhebliche Ungenauigkeiten sich einschleichen können, vermöge welcher die erzeugten Schnittflächen nicht gleichlaufend ausfallen, das Schnittholz nicht überall gleichdick wird. Im Verhältnis zu ihrer Länge dünne Blöcke bedürfen zwischen den Schemeln weiterer Unterstützungen, welche hinwegzunehmen sind, sobald sie sich der Säge nähern, um weiter vorwärts oder rückwärts wieder angebracht zu werden, die somit viel Bedienung verlangen.

Man hat die zum Festhalten des Blockes dienenden Einrichtungen übrigens in sehr verschiedener Weise durchgebildet[2]), ohne völlig Befriedigendes zu schaffen.

Da nun wesentliche Vorzüge des Mittelgatters gegenüber anderen

---

[1]) **Besson**, theatr. instrum. machinarum, Lugdum 1578 m. Abb. auf Bl. 13 u. 14.
Z. d. V. d. I. 1862, S. 276 m. Abb.; 1866, S. 521 m. Abb.
Exner, Sägemaschinen, Weimar 1878, m. Abb.

[2]) Älteres: **Rühlmann**, Allgem. Maschinenlehre, Bd. 2, 2. Aufl., Braunschweig 1876, m. Abb.
Exner, Sägemaschinen, Bd. 1, Weimar 1878, m. Abb.
Neueres: D. p. J. 1882, **246**, 267 m. Abb.; 1883, **248**, 269 m. Abb.; 1886, **259**, 219 m. Abb.

Gattersägen nicht vorliegen, so nimmt deren Verbreitung mehr und mehr ab.

Wenn Bohlen oder andere durch Schneiden bereits regelmässig gestaltete Hölzer weiter zerlegt werden sollen, so kann man den Wagen und die ihn begleitenden Einspannvorrichtungen entbehren, indem man Lenkung wie Vorwärtsbewegung durch Walzen oder Rollen bewirken lässt (vergl. S. 601). Man nennt derartige Sägemaschinen wohl Walzengatter, auch Trenngatter.

f. Das Bundgatter. Sobald Gattersägen mit einem Sägeblatt mehr als einen Schnitt in demselben Werkstück erzeugen sollen, so muss letzteres nach jedem Schnitt zurückgeführt (der Rücklauf) und die gegensätzliche Lage zwischen Werkstück und Säge aufs neue eingestellt werden. Obgleich man nun den Rücklauf des das Werkstück tragenden Wagens mit erheblich grösserer Geschwindigkeit stattfinden lässt, als die Vorwärtsbewegung desselben, auch die Einstellvorrichtung sehr vervollkommnet hat, so ist das vorliegende Verfahren doch mit grossem Zeitverlust verknüpft. Zur Vermeidung desselben ist offenbar das durchgreifendste Mittel das Einhängen so vieler Sägen in das Gatter, wie Schnitte in dem Werkstück erzeugt werden sollen. Alsdann genügt ein einziger Weg des Blockes zum Zerlegen desselben. Die Querriegel, welche durch die Summe der Spannungen der einzelnen Sägen belastet werden und über eine Zahl einzelner Brettdicken sich erstrecken, werden deshalb sehr stark in Anspruch genommen. Man gestaltet aus diesem Grunde das Bundgatter regelmässig nach dem Mittelgatter (I, 419), d. h. als rechteckigen Rahmen. Die Sägeblätter bilden in ihm gewissermassen ein Bündel, woher der Name Bundgatter stammen dürfte. Solche Bundgatter sollen bereits 1575 in Regensburg zur Ausführung gekommen sein;[1]) man hielt anfangs an der Benutzung eines Wagens fest. Später hat man Lenkung wie Vorwärtsbewegung, auch der rohen Stämme, durch Walzen und sogen. Karren eingeführt, sodass dem einen Block sofort ein zweiter folgt.[2])

Vor und hinter den senkrecht auf und nieder sich bewegenden Sägen ist je eine wagerechte Walze fest gelagert, auf denen der zu zersägende Block ruht. Ein zweites Paar Walzen oder Rollen befindet sich über dem Block und ist so gelagert, dass es kräftig niedergedrückt werden, aber auch den Unebenheiten des Blockes nachgeben kann. So gewinnt man zunächst eine Stützung des Blockes in senkrechter Richtung, in welcher die Säge vorwiegend auf ihn einwirkt. Die Walzenflächen sind mit Längsfurchen, bezw. Längsrippen versehen, vermöge welcher der zwischen ihnen und dem Block stattfindende Druck eine genügende Reibung erzeugt, um durch Drehen der Walzen den Block gegen die Sägen zu führen. Sind die Flächen des Blockes, welche mit den Walzen in Berührung treten, einigermassen eben (z. B. vorher besäumt, S. 598) und trocken, so sind in der Regel die unten liegenden Walzen allein imstande, den Vor-

---

[1]) Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, 2. Aufl., 2 Bd., Braunschweig 1876, S. 733.

[2]) D. p. J. 1826, **22**, 468; 1827, **26**, 468; 1862, **166**, 401; 1865, **176**, 249; 1866, **182**, 7; 1879, **232**, 198 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1863, S. 315; 1866, S. 522 m. Abb.
Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1865, S. 251; 1871, S. 90 m. Abb.

schub des Blockes zu besorgen; es werden dann über dem Block nur Druckrollen angebracht. Andernfalls müssen die letzteren als treibende Walzen ausgebildet und besonders angetrieben werden.

Oft handelt es sich darum, Holzstücke gleichlaufend zu einer (oder zwei) durch Sägen gebildeten Fläche zu zerlegen. Alsdann wird die wagerechte Führung durch senkrechte Rollenpaare bewirkt; die Rollen, welche die massgebende Fläche berühren, sind sodann fest gelagert, die anderen nachgiebig. Man bewirkt in diesem Falle auch wohl den Vorschub des Holzes durch die — dann nicht glatten — senkrechten Rollen (vergl. S. 601). Behufs Erzeugens gerader Schnitte in unregelmässig gestalteten Blöcken lenkt man in wagerechter Richtung durch Karren.[1]) Ein solcher Karren ist mit vier Spurrädern ausgerüstet, deren Achsenentfernung klein ist. Es befindet sich auf ihm eine zum Erfassen des Blockes geeignete Zange, welche um eine zu den Sägenebenen winkelrechten Achse frei schwingen, aber in deren Richtung sich nicht verschieben kann. Einer der Karren läuft auf dem vor dem Gatter befindlichen Gleise, ein zweiter auf demjenigen, welches hinter dem Gatter liegt. Man bringt nun den Block vor das Gatter, legt ihn auf die Tragwalze und senkt die Druckwalze oder Rolle, sodass das betreffende Blockende den Sägen entgegengeführt wird. Sodann bringt man das entgengesetzte Ende des Blockes in die Zange des Vorderkarrens und befestigt es daselbst. Dieser Karren führt sodann das hintere Blockende in wagerechter Richtung, lässt ihm aber im übrigen freies Spiel, sodass sich der Block unbekümmert um seine Längengestalt den Trag- oder Vorschiebwalzen anschmiegen kann. Nur bei besonders krumm gewachsenen Blöcken macht dieses Schwierigkeiten. Das vordere Ende des Blockes wird zunächst durch die Reibung zwischen den Walzenpaaren geradeaus geführt. Nachdem es aber genügend weit aus dem hinteren Walzenpaar hervorragt, wird hier der hintere Karren angelegt. Sobald der vordere Karren dicht an das vordere Walzenpaar gekommen ist, öffnet man seine Zange (was zuweilen durch selbstthätige Vorrichtung bewirkt wird)[2]), jagt den Karren — vielleicht mittels eines Fusstritts — zurück und legt einen neuen Block vor, dessen Vorderende das hintere des vorigen Blockes berührt. Das Gatter arbeitet also stetig, bis eine Schärfung der Sägen erforderlich wird (täglich etwa 2mal) oder andere Brettdicken erzeugt werden sollen. Behufs Zerlegens sehr kurzer Blöcke wird empfohlen, sowohl vor als hinter den Sägen je zwei Paar liegende Walzen anzubringen.[3])

Die Sägen können, während sie sie im Gatter sich befinden, nicht wohl geschärft werden: man ersetzt die stumpf gewordenen durch andere, inzwischen geschärfte. Der Verminderung des hiermit verknüpften Zeitverlustes dienen zwei Verfahren. Das weniger gebräuchliche besteht darin, dass man denjenigen Rahmen, in welchen die Sägen gespannt sind, gesondert herstellt von den Führungsteilen, dem Angriffspunkte des Lenkers u. s. w., letztere als Rahmen zusammenfügt und den sägentragenden Rahmen an ihm befestigt. Behufs Auswechselns der Sägeblätter nimmt man dieselben mit ihrem Rahmen ab und ersetzt sie durch andere, vorher in einen gleichen Rahmen gespannte. Dieses Verfahren führt zwar rasch zum Ziel, hat aber erhebliche Vermehrung der schwingenden Massen zur Folge. Man pflegt die Sägenenden bei Bundgattern mit seitlichen Leisten zu versehen, mittels welcher die Sägen sich auf die Schultern zweier an den Angeln drehbar befestigter Platten stützen.[4]) Zum Auswechseln der Sägen genügt sodann das Lösen der Angelkeile und seitlichen Sägenstützen, um die Blätter nach vorn herausnehmen, bezw. andere von vorn

[1]) Vergl. ausser den Quellen über Bundgatter:
Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1871, S. 92 m. Abb.
D. p. J. 1882, **244**, 429 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1888, **267**, 386 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1882, **243**, 106 m. Abb.

[4]) Z. d. V. d. I. 1862, S. 412 m. Abb.; 1866, S. 521 m. Abb.
Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1871, S. 94 m. Abb.
D. p. J. 1881, **241**, 173 m. Abb.; 1882, **246**, 454 m. Abb.

einschieben zu können. Sollen aber die Blöcke in andere Dicken zerlegt werden, so werden umständlichere Arbeiten nötig. Man stützt nämlich die Sägeblätter, um die freie Länge derselben möglichst klein zu machen (vergl. I, 419, bezw. S. 602) zwischen den Angeln in seitlicher Richtung. Das geschieht durch Einlegen entsprechend dicker Leisten zwischen die Sägen, Zusammenschrauben derselben und Stützen der verbundenen Enden gegenüber dem Gatter. Demgemäss bedingt das Ändern der Schnittholzdicken das Auswechseln der erwähnten Leisten und Ändern der seitlichen Stützung, womit immer grösserer Zeitverlust verknüpft ist, derartig, dass im allgemeinen die Vorteile des Bundgatters verschwinden, wenn man häufiger als 1 mal im Tage die Änderung der Sägenentfernung vornehmen muss. Daher sollte man Bundgatter nur da anwenden, wo man mit ein und derselben Sägenanordnung längere Zeit arbeiten kann.

Während des Auswechselns der Sägen muss das Bundgatter in seiner höchsten Stellung sich befinden, weil die Beseitigung der die Zugänglichkeit sehr erschwerenden Tragwalzen des Blockes selten möglich ist. Man sollte daher zur Sicherung des betreffenden Arbeiters eine Vorrichtung anbringen, durch welche ein zufälliges Herabgehen des Gatters unmöglich gemacht wird.

Es ist noch einiges zu erörten, was die schwingenden Sägen allgemein betrifft, nämlich g. die Massenwirkungen, h. die Gesetze des Block-Vorschiebens, i. die Hubhöhe und Geschwindigkeit des Gatters und k. der Arbeitsverbrauch.

g. Wenn auch einige andere Vorschläge gemacht worden sind, so ist doch die Bewegung der Säge durch Krummzapfen und Lenkstange allein gebräuchlich. Man sucht die Länge der Stange im Vergleich zum Halbmesser des Krummzapfenkreises möglichst gross zu nehmen, sodass — der Einfachheit halber — in dem folgenden die Lenkstangenlänge als unendlich gross angenommen werden soll. Der Halbmesser des Krummzapfenkreises heisse r, das Gewicht des Gatters, einschliesslich der eingespannten Sägen G_1, dasjenige des Lenkers G_2, die sekundliche Geschwindigkeit im Krummzapfenkreise v_1, die Beschleunigung des freien Falles $g = 9{,}81\ m$. Es ist alsdann die in den toten Punkten auf den Krummzapfen wirkende Schleuderkraft S:

$$S = \frac{G_1 + G_2}{g} \cdot \frac{v_1^2}{r}$$

Dieser Beanspruchung des Krummzapfens gesellen sich im Leergange bei senkrechten Gattern die einfachen Gewichte, und zwar im oberen toten Punkte negativ oder entlastend, im unteren toten Punkte belastend.

Beispielsweise wiege ein Mittelgatter mit Säge: $G_1 = 242\ kg$, die Lenkstange $G_2 = 48\ kg$, der Hub betrage $H = 2r = 0{,}8\ m$, die Zahl der minutlichen Doppelhübe sei $n = 200$.

Es ist alsdann $v_1 = \frac{2 \cdot r \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{0{,}8 \cdot 3{,}14 \cdot 200}{60} = 8{,}37\ m$

und $S = \frac{242 + 48}{9{,}81} \cdot \frac{8{,}37^2}{0{,}4} = 5173\ kg$

bezw. beim Leergange die auf den Krummzapfen wirkende Kraft:

im oberen toten Punkte: $K_o = 5173 - (242 + 48) = 4903\ kg$,
im unteren toten Punkte: $K_u = 5173 + (242 + 48) = 5443\ kg$.

Das Gatter gebraucht beim Leergange 3,1 Pferdekräfte, beim Arbeitsgange 5 Pferdekräfte, also für das Schneiden selbst (einschl. Steigerung der Reibungswiderstände und Bewegung des Wagens) 1,9 Pferdekräfte. Da nur beim Nieder-

gange geschnitten wird, so entspricht dieser Arbeit eine grösste Beanspruchung k des Krummzapfens mit:

$$k \,.\, H \,.\, \frac{n}{60} = 1{,}9 \,.\, 75, \quad \text{oder}$$

$$k = \frac{1{,}9 \,.\, 75 \,.\, 60}{0{,}8 \,.\, 200} = \sim 53 \; kg!$$

Aus dieser beispielsweisen Rechnung geht genügend deutlich hervor, welch bedeutenden Einfluss die Massenwirkung auf die Abmessungen des Krummzapfens (und mancher anderer Maschinenteile) hat; die eigentlich nützliche Beanspruchung verschwindet dagegen. Da nun mit Zunahme der Abmessungen die Reibungswiderstände sich mehren, diese aber bekanntermassen bei Gattersägen den grössten Teil der Betriebskraft aufzehren, so liegen Gründe genug vor für die Forderung, das Gewicht der schwingenden Teile eines Gatters, also der Sägen, des eigentlichen Gatters, des Lenkers u. s. w. möglichst gering zu machen.

Dazu führen dünne Sägeblätter, bezw. möglichst geringe freie Länge derselben, geringe Ausladung, bezw. Länge der Gatterquerstücke, geschickte Gestaltung des Gatters und Benutzung widerstandsfähigster Stoffe zur Ausführung des eigentlichen Gatters wie des Lenkers.

Es wird der angegebenen Regel nicht immer gefolgt, vielmehr durch Anwendung geringer Geschwindigkeit die Massenwirkung zu mindern gesucht. Man findet deshalb für Gattersägen meistens die mittlere Schnittgeschwindigkeit v zu 2 bis 5 m (= 3,2 m bis 7,9 m Krummzapfengeschwindigkeit = v_1) in der Sekunde.

Die Massenwirkung bedroht auch die Standhaftigkeit der Sägemaschine, indem sie durch den Krummzapfen auf dessen Lagerung übertragen wird. Es bedarf das besonderer Erörterung, weil nicht selten versucht wird, die Gleichförmigkeit der Bewegung senkrechter Gatter dadurch zu erhöhen, dass dem Krummzapfen gegenüber ein Gegengewicht angebracht wird, dessen Moment gleich demjenigen des Gatter- und Stangengewichtes ist. Während das Gatter ruht, wird durch ein derartiges Gegengewicht allerdings das Gewicht des Gatters und der Stange ausgeglichen; sobald aber der Krummzapfen sich mit nennenswerter Geschwindigkeit dreht, treten folgende Massenwirkungen auf: Befindet sich der Krummzapfen in der obersten Lage, dann zieht die Schleuderkraft S des Gatters und der Stange mit derselben Kraft nach oben, wie diejenige des Gegengewichts nach unten; in der untersten Stellung findet das Umgekehrte statt. Somit bewirkt das Gegengewicht auch eine Ausgleichung in senkrechter Richtung. Ist aber der Krummzapfen um 90° von den beiden erwähnten ausgezeichneten Stellungen entfernt, so ist nur derjenige Teil von S wirksam, welcher einem Stück der Lenkstange entstammt, während gegenüber das Gegengewicht sich voll und ganz geltend macht. Man würde daher bei Anwendung des Gegengewichts für das S. 609 angegebene Beispiel in der Lagerung des Krummzapfens eine wagerecht wirkende Kraft von $\sim 5000 \; kg$ hervorbringen; ein gewaltiges Fundament würde erforderlich sein, um dieser wechselnd nach links und rechts wirkenden Kraft standzuhalten. Ohne das Gegengewicht fällt die Schleuderkraft im wesentlichen in die senkrechte Richtung, kann also verhältnismässig leicht überwunden werden.

Anders ist es bei liegenden Gattern. Hier hebt das Gegengewicht in wagerechter Lage des Krummzapfens die Schleuderkraft $\sim S = \frac{G}{g} \cdot \frac{v_1^2}{r} = \frac{m \,.\, v_1^2}{r}$ (vergl. Fig. 108) auf, erzeugt aber in senkrechter Lage die Massenwirkung $\frac{m v_1^2}{r}$,

welche durch das Fundament leicht bewältigt werden kann. Für das liegende Gatter ist sonach das Gegengewicht zweckmässig. Zu Fig. 108 sei noch bemerkt, dass L bezw. L_1 die Lenkstangenlagen in den beiden ausgezeichneten Stellungen bezeichnen.



Fig. 108.

h. Früher[1]) habe ich nachzuweisen versucht, dass die Dicke δ des von jedem Sägenzahn abzunehmenden Spanes im geraden Verhältnis zur Dicke s des Sägeblattes stehen solle, ausserdem allerdings abhängig sei von der Steifheit, bezw. Spannung des Sägeblattes und der geforderten Glätte der Schnittfläche. Angesichts der letzterwähnten Umstände gab ich an (vergl. auch I, S. 415), dass für Gattersägen $\frac{\delta}{s} = 0{,}4$ bis $0{,}08$ gewählt werde. Der erforderliche Arbeitsaufwand setzt sich zusammen[2]) aus demjenigen, welchen das Abtrennen des Spanes von der Schlitzsohle und demjenigen, welchen das Abtrennen des Spanes von den Seitenflächen des gebildeten Schlitzes erfordert, die Überwindung der auftretenden Reibungswiderstände eingeschlossen. Ersterer Arbeitsaufwand dürfte im wesentlichen unabhängig sein von der Dicke δ des Spanes, woraus man schliessen kann, dass der Gesamt-Arbeitsaufwand langsamer wächst, als die Spandicke δ, also — soweit es sich um Ersparnis an Arbeit handelt — vorteilhaft ist, δ so gross als möglich zu machen. Die grösste zulässige Spandicke δ entspricht unter sonst gleichen Umständen dem geringsten Arbeitsaufwand für 1 *qm* Schnittfläche.

Daraus folgt, dass in Rücksicht auf den Arbeitsverbrauch vorteilhaft ist, die Spandicken, welche die einzelnen Zähne abzulösen haben, unter sich und in der ganzen Länge des Schnittes gleich zu machen, d. h. das Verhältnis der Zahnspitzenentfernung t bezw. $2t$ zu der Spandicke δ sich nicht ändern zu lassen.

Es muss hier auf den Umstand hingewiesen werden, dass solche Sägezähne, deren Hauptschneidkante so lang ist, wie die Schlitzweite σ eines Sägenschnittes (I, 410) diese Schlitzweite auf einmal ausbilden, also jeder Zahn innerhalb des Weges t die volle Breite der Schlitzsohle bearbeitet, während bei geschränkten Zähnen hierzu zwei aufeinander folgende Zähne erforderlich sind. Fig. 109 stellt den Vorgang für geschränkte, Fig. 110 für ungeschränkte in je einem zur Blattfläche gleichlaufenden Schnitt dar.

Bezeichnet nun Δ die Zunahme der Schlitztiefe während des ganzen Sägenhubes H, und φ die sekundliche Zuschiebungs-, v die sekundliche

[1]) Hermann Fischer, Die Holzsäge, Berlin 1879, S. 77.
[2]) C. Schmidt, Wochenschr. d. Ver. d. Ingen. 1880, S. 13.

Schnittgeschwindigkeit, so ist:

$$\frac{\delta}{t} \text{ bezw. } \frac{\delta}{2t} = \frac{\Delta}{H} = \frac{\varphi}{v}.$$

Dieser Forderung kann auf zwei Wegen genügt werden, nämlich dadurch, dass, während die Säge mit der Geschwindigkeit v schneidet,

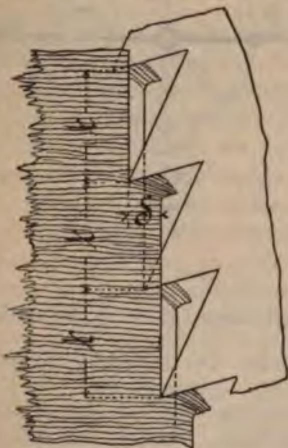


Fig. 109.



Fig. 110.

der Block mit der Geschwindigkeit φ vorgerückt wird, wobei beide Geschwindigkeiten nach gleichem Gesetz sich ändern, oder dadurch, dass jede Sägenspitze die vorhergehende um δ bezw. $\frac{\delta}{2}$ überragt, und der Block während des Schneidens ruht. Letzteres lässt sich auch dadurch ausdrücken, dass die Sägenspitzenlinie mit der Bewegungsrichtung den Winkel γ einschliessen soll, dessen Grösse ausgedrückt wird durch

$$tg\,\gamma = \frac{\delta}{t} \text{ bezw. } \frac{\delta}{2t} = \frac{\Delta}{H}.$$

Man bezeichnet das letztere Verfahren damit, dass man sagt: die Säge arbeitet mit ganzem Busen.

Das erstangeführte Verfahren lässt sich anscheinend am leichtesten durchführen, indem man die Vorschubeinrichtung — durch geeignete Hebel — mit dem Gatter verbindet, oder ein gewöhnliches Excenter auf die Krummzapfenwelle setzt, welches durch ein Schaltwerk auf die Vorschubeinrichtung wirkt. Es empfiehlt sich dieses Verfahren auch deshalb, weil man die das Schaltwerk bethätigenden Hebel leicht so einrichten kann, dass ihr Längenverhältnis während des Betriebes geändert werden kann. Das gewährt die Möglichkeit, die Grösse des Vorschubes ohne weiteres zu verringern, wenn die Säge auf härtere Stellen des Blockes trifft. Es bedingt aber dieses Verfahren eine sehr gute Ausführung des Schaltwerkes und der zugehörigen Hebel, sowie deren Lagerungen. Bei Benutzung des Sperrades und der Sperrklinke ist unvermeidlich, dass zunächst ein gewisser Weg seitens der Klinke zurückgelegt werden muss, bevor sie wirksam wird; die Klemmklinke ist leichter ohne nennenswerten toten Gang auszuführen. Ist das Schaltwerk mangelhaft, biegen sich die Hebel und findet sich in deren Lagerung toter Gang, so kann der Fall eintreten, dass die Säge in der Schneidrichtung einen grösseren Weg zurücklegt, bevor der Block sich vorwärts zu bewegen beginnt.

Das ist der Grund, weshalb man mancherorts an der Benutzung des ganzen Busens festhält. Es ist — namentlich bei senkrecht geführten Sägen — nicht schwer, die Sägen richtig in Busen zu hängen, noch weniger, auch mit mangelhafter Vorschubeinrichtung, während des Sägenrückganges den Block um die Grösse Δ vorzurücken. Allein, eine Änderung der verhältnismässigen Zuschiebung $\frac{\delta}{t}$ bezw. $\frac{\delta}{2t}$ ist sehr umständlich, indem sie die Änderung des Busens verlangt. Verringert man z. B. nur die Zuschiebung, so erreicht man nur, dass die Sägen während des ersten Teils ihrer Bewegung in der Schnittrichtung nichts zu thun haben; während des Restes müssen sie die volle Spandicke δ abschneiden.

Die beiden erörterten Verfahren bedingen gleiche Geschwindigkeitsänderungen für den Block, wie sie dem durch Krummzapfen und Lenkstange betriebenen Gatter eigen sind, es treten infolgedessen auch hier Massenwirkungen auf, wenngleich — wegen der geringen Geschwindigkeit — in weit geringerem Grade. Immerhin haben dieselben Veranlassung gegeben, den Block mit gleichförmiger Geschwindigkeit vorwärts zu bewegen. Schneiden wie bei senkrechten Gattern regelmässig die Sägen nur beim Niedergange, so lässt man sie um den halben Winkel γ (vergl. S. 612) überhängen, giebt den Sägen halben Busen.

Die Spandicke setzt sich alsdann aus zwei Teilen zusammen: dem unveränderlichen $\frac{\delta}{2}$, welcher von dem halben Busen herrührt, und einem unveränderlichen, dem stetigen Vorschieben entspringenden, welcher zu Anfang und Ende des Sägenniederganges am grössten, auf halbem Wege, wenn die Sägengeschwindigkeit ihren grössten Wert erreicht hat, am kleinsten ist. Beim Rückgange der Säge bewirkt diese Art des Vorschiebens, dass die Sägenspitzen zeitweise mit der Schlitzsohle in derbe Berührung treten. Nur der elastischen Nachgiebigkeit der betreffenden Sägen-, bezw. Maschinenteile ist zu verdanken, dass diese Unregelmässigkeiten nicht zu grösseren Übelständen führen.

Zu Gunsten grösserer Leistungsfähigkeit liegt der Wunsch nahe, die Sägen in beiden Bewegungsrichtungen schneiden zu lassen; das Vorschieben des Blockes mit gleichförmiger Geschwindigkeit unterstützt diesen Wunsch. Die Versuche, senkrechte Gatter derartig zu benutzen, sind allseitig fallen gelassen. Dagegen findet man bei liegenden Gattern meistens, dass die Sägen in beiden Bewegungsrichtungen schneiden. Da hier das Gewicht des eigentlichen Gatters durch den Krummzapfen nicht gehoben zu werden braucht, bezw. während der zweiten Hälfte der Krummzapfendrehung die Geschwindigkeit nicht fördert, so hat es auch einigen Sinn, die Widerstände, welche sich der Krummzapfenbewegung entgegensetzen, noch durch das vorliegende Verfahren auszugleichen.

Man erreicht den Zweck entweder dadurch, dass man jeden Zahn zum Schneiden in beiden Bewegungsrichtungen befähigt, oder durch Zerlegung der Zähne in zwei Gruppen, von denen die eine in der einen, die andere in der anderen Bewegungsrichtung thätig wird.

Das erstere Verfahren ist das einfachere. Man giebt den Zähnen die Gestalt gleichschenklicher Dreiecke, die mit ihrer Sohle in der Bewegungsrichtung liegen (I, 413) und legt die Spitzen gleichlaufend zur Bewegungsrichtung. Die Zahnlückengrösse (I, 414) muss so bemessen werden, dass gewisse Zahnlücken, welche bereits auf dem Hingange eine grosse Spanmenge aufgenommen haben, auf dem Rückwege noch bedeutenden Zufluss unterzubringen vermögen; sie fällt infolgedessen viel grösser aus als bei Sägen, welche nur in einer Richtung zu schneiden haben, es wird die Zahnteilung grösser, die Zähnezahl geringer, also

die Leistung trotz der doppelten Wirkung nur wenig grösser. Dazu kommt noch, dass die in Rede stehende Zahngestalt für das Langschneiden wenig geeignet ist.

Würde man, um die Zahngestalt für das Schneiden günstiger zu erhalten, abwechselnd den einen Zahn nach vorn, den anderen nach hinten richten (was vorgeschlagen worden ist), so würden die zwischen den zur Zeit schneidenden Zähnen befindlichen Zahnspitzen die Schlitzsohle um die halbe Spandicke δ zurückdrängen müssen, was zu grossen Unzuträglichkeiten führen würde. So bleibt nichts anderes übrig, als die Zähne der einen Reihenhälfte für den Hingang, diejenigen der anderen Hälfte für den Hergang geeignet zu gestalten und das Sägeblatt so zu lenken, dass jederzeit nur diejenigen Zähne mit der Schlitzsohle in Berührung treten, welche geeignet sind, in der betreffenden Bewegungsrichtung zu schneiden.[1]) Es lässt sich leicht übersehen, dass das Sägeblatt in seiner Ebene eine Drehbewegung ausführen muss, um der letztgenannten Forderung gerecht zu werden. Diese Drehbewegung kann z. B. hervorgebracht werden durch Schräglegung der geraden Gatterführungen AB und CD, Fig. 111. In einer Endlage des Gatters schliesst die Säge BC mit der zur Blockwegrichtung winkelrechten Linie AC den Winkel ψ ein. Der Mittelpunkt M der Säge beschreibt, wenn sich die Führungsteile des Gatters von B nach A, bezw. von C nach D bewegen, eine zur Blockachse winkelrechte gerade Linie. Ein in M geeignet befestigter Schreibstift verzeichnet daher auf der Schnittfläche des bewegten Blockes eine Linie, welche das Verhältnis der Sägengeschwindigkeit zur Blockgeschwindigkeit zum Ausdruck bringt. Bei festem Verhältnis dieser beiden Geschwindigkeiten, z. B. wenn der Block durch das Gatter angetrieben wird, muss diese Linie eine gerade werden. Sie ist um einen gewissen Winkel γ gegen diejenige Linie geneigt, welche der in Rede stehende Stift auf dem ruhenden Block gezeichnet haben würde. Bezeichnet wieder H die ganze Hubhöhe des Gatters und Δ den Vorschub des Blockes während dieses Hubes, so wird:

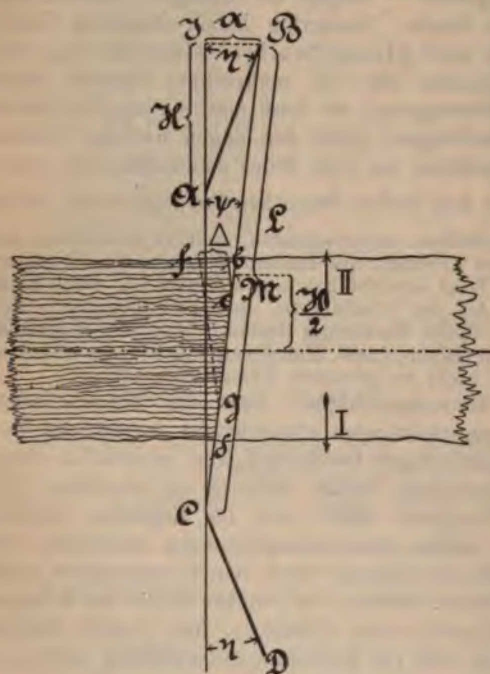


Fig. 111.

$$tg\,\gamma = \frac{\Delta}{H}.$$

Soll nun der Punkt M während seiner Bewegung in der Richtung des Pfeiles I den Schlitzboden, der am Schluss der Bewegungsrichtung II vorliegt, nicht berühren, so muss dieser Schlitzboden mindestens ebenso stark gegen die zur Blockwegsrichtung winkelrechte Linie geneigt, d. h. $tg\,\psi \geq tg\,\gamma$ sein.

Man erkennt nun aus Fig. 111, bezw. Fig. 112, dass während der Bewegungsrichtung I sämtliche über M belegene Punkte der Säge sich nach links

[1]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1868, S. 79 m. Abb.

(in bezug auf die Figuren), sämtliche unter M belegene Punkte aber nach rechts bewegen. Die zwischen M und F (Fig. 112) befindlichen Sägezähne berühren also den Schlitzboden cd (Fig. 111) nicht, wenn M gerade über ihn hinweggleitet; sie schneiden also in der Bewegungsrichtung I nicht. Dagegen dringen die zwischen M und E befindlichen Zähne bei dieser Bewegungsrichtung in den Schlitzboden ein und zwar um so mehr, je weiter sie von M entfernt liegen. Ein Zahn e, der in der Entfernung x von M sich befindet (Fig. 112) rückt um $\frac{x}{L/_2} \cdot a$ nach links vor, wenn der Führungspunkt E um a in dieser Richtung sich verschiebt. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass bei der Bewegungsrichtung II des Sägeblattes die Hälften desselben die entgegengesetzte Rolle spielen. Die Zahnspitzen beider Hälften haben daher sich gegen die Sägenmitte zu richten. Würde z. B. die Hubhöhe H des Gatters kleiner sein als die Blockdicke, so würde bei Beginn der Bewegungsrichtung I die Schlitzsohle nach der gebrochenen Linie bed (Fig. 111) am Ende dieser Bewegungsrichtung, bezw. zu Anfang der durch II bezeichneten aber nach der Linie fgd verlaufen, sodass die Länge $\overline{bf}$ den Vorschub Δ darstellt. Es ist ferner leicht zu erkennen, dass die Sägenhälften ihre Rollen einfach wechseln würden, wenn man den Block in der entgegengesetzten Richtung (von rechts nach links in bezug auf die Figuren) mit anderen Worten gegen die hohle Seite der Führungen AB und CD vorrücken liesse; es müssten sodann die Zähne ihre Spitzen nach aussen kehren. Thatsächlich wird sowohl diese als auch die zuerst angenommene Anordnung benutzt.

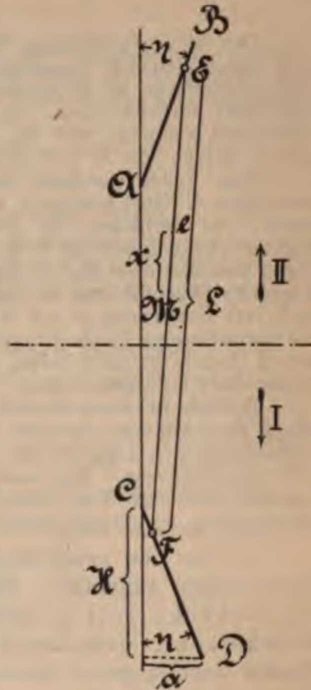


Fig. 112.

Ist nun die Grösse Δ, um welche der Block bei jedem Sägenhub vorrücken soll, festgestellt, auch der Hub H und die Entfernung L der am Gatter befindlichen Führungsteile gegeben, so wird die Neigung α der Führungsstäbe AB und CD gegen die gerade Linie AC wie folgt gewonnen:

Es soll sein: $tg\,\psi = \frac{\Delta}{H}$; es ist aber auch

$$tg\,\psi = \frac{a}{\overline{JC}} = \frac{a}{H + \overline{AC}}, \text{ folglich}$$

$$\frac{\Delta}{H} = \frac{a}{H + \overline{AC}}, \text{ oder:}$$

$$a = \frac{\Delta}{H}(H + \overline{AC}) = \Delta + \frac{\Delta}{H} \cdot \overline{AC}$$

oder auch, da ψ immer sehr klein sein wird, also die Länge $\overline{JC}$ durch L ersetzt werden darf, ohne einen grossen Fehler zu machen:

$$\frac{\Delta}{H} = \frac{a}{L}, \text{ oder } a = \frac{\Delta}{H} \cdot L.$$

Es folgt nun aus den bisherigen Erörterungen, dass der Vorschub Δ für jeden Sägenhub ein für allemal festgelegt ist; eine Änderung der Vorschub-

grösse Δ bedingt eine entsprechende Änderung der Grösse a, bezw. des Winkels α, der bestimmt ist durch

$$tg\,\alpha = \frac{a}{H}.$$

Das ist die schwächste Seite der vorliegenden Gatteranordnung. Würde man einen kleineren Vorschub anwenden, als der beim Bau der Säge in Aussicht genommene ist, so würden die Mitte M der Säge von der Schlitzsohle ed (Fig. 109) zurückweichen, die über M befindlichen Zähne allmählich ausser Thätigkeit kommen, und die jederzeit am meisten in Anspruch genommenen Zähne, welche von M weit entfernt liegen, wenig entlastet werden.

Man findet meistens, dass der Block mit gleichförmiger Geschwindigkeit gegen die Säge geschoben wird. Hierdurch entsteht folgender weiterer Übelstand: Das Verhältnis der Zuschiebungsgeschwindigkeit φ zur veränderlichen Sägengeschwindigkeit ist in der Nähe der Endlagen am grössten. In den Endlagen kommen aber gerade diejenigen Zähne zum Angriff, welche bei der vorliegenden Sägenführung an sich am stärksten in Anspruch genommen werden, weil ihre Entfernung x von M (S. 615) am grössten ist. Man mutet also durch die gleichförmige Zuschiebungsgeschwindigkeit φ diesen Zähnen so viel zu, dass sie zu Grunde gehen würden, wenn nicht die Elasticität der Säge und der Maschinenteile mildernd wirkte.

Endlich ist noch als Schwäche der vorliegenden Bogenführung der Umstand zu erwähnen, dass die Gleitflächen des Gatters an diesem drehbar sein müssen, um sich jederzeit den Führungsstäben (bezw. Führungsnuten) AB und CD anzuschmiegen. Man kann das umgehen durch solche Krümmung der genannten Führungsstäbe, dass deren Mittelpunkt gemeinschaftlich ist; indessen ist schwierig, so geringe Krümmungen genau herzustellen.

i. Über die zweckmässigste Hubhöhe der Gatter sind mannigfache Regeln aufgestellt. Ich glaube, dass die einzig richtige so lautet: die Hubhöhe soll grösser sein als die grösste vorkommende Blockstärke. Jede Zahnlücke hat die Späne, welche von dem ihr folgenden Zahn abgelöst werden, so lange aufzunehmen, bis diese Späne herauszufallen vermögen. Es muss daher jede Zahnlücke bei jeder Drehung des Krummzapfens einmal aus dem geschnittenen Schlitz hervortreten, was durch Befolgung jener Regel erreicht wird.

Man findet zwar nicht selten, dass Gattersägen mit geringeren Hubhöhen arbeiten. Alsdann müssen diejenigen Zahnlücken, welche nicht ins Freie treten, sich in die Spielräume, welche zwischen Sägeblatt und Schnittflächen liegen, entleeren, ein Vorgang, welcher starke Schränkung (oder breite Hauptschneide) der Säge und geringen Vorschub verlangt und trotzdem zur Erwärmung der Sägeblätter Veranlassung giebt.

Den Spänen muss, damit sie nicht zusammenballen, mindestens das 5fache desjenigen Raumes geboten werden, welchen sie als festes Holz einnahmen. Daraus entstehen die folgenden Regeln:

Es sei h die Dicke des Holzes in der Schneidrichtung, δ die Spandicke, σ die Schlitzweite, so scheidet ein Zahn, welcher vom Eintritte in das Werkstück bis zum Austritte aus demselben wirkt, wenn er die volle Schlitzweite ausfüllt, die Holzmenge $h \,.\, \delta \,.\, \sigma$, wenn er geschränkt ist die Holzmenge $h \,.\, \delta\, \frac{\sigma}{2}$ ab.

Die Zahnlückengrösse muss daher mindestens betragen: $\frac{5}{2} h\,\delta\,\sigma$ für geschränkte Zähne, $5 \,.\, h\,\delta\,\sigma$ für andere Zähne (vergl. I, 414).

Nennt man ferner die Fläche der Zahnlücke f, so wird ihr Rauminhalt ausgedrückt durch $f \,.\, \sigma$. Es muss daher betragen:

$$f \,.\, \sigma \geqq \tfrac{5}{2} \,.\, h \,.\, \delta \,.\, \sigma \text{ für geschränkte Zähne}$$
$$f \,.\, \sigma \geqq 5 \,.\, h \,.\, \delta \,.\, \sigma \text{ für andere Zähne}$$

oder allgemein:

$$f \geqq (\tfrac{5}{2} \text{ bezw. } 5)\, h\, \delta.$$

Erfahrungsgemäss schwankt die Grösse der Zahnlückenfläche f zwischen 0,3 bis 0,5 t^2, wenn t, wie früher (S. 612) die Entfernung zweier aufeinander folgenden Zahnspitzen bezeichnet. Wählt man, der Sicherheit halber, von diesen beiden Zahlen die kleinste, so entsteht:

$$f = 0{,}3\, t^2 \geqq (\tfrac{5}{2} \text{ bezw. } 5)\, h \,.\, \delta, \text{ oder}$$
$$t \geqq 3 \sqrt{h \,.\, \delta} \quad \text{für geschränkte Zähne}$$
$$t \geqq 4{,}2 \sqrt{h \,.\, \delta} \quad \text{für gestauchte, oder}$$

sonstige die ganze Weite des Schlitzes ausfüllende Zahnspitzen.

Ersetzt man das nach verschiedenen Umständen (S. 611) sich richtende δ durch die Sägeblattdicke s, unter Beachtung, dass $\delta = (0{,}08 \text{ bis } 0{,}4)\, s$ genommen wird, so erhält man:

$$\text{für geschränkte Zähne } t \geqq 3 \sqrt{(0{,}08 \text{ bis } 0{,}4) \,.\, h \,.\, s} = \sim (0{,}8 \text{ bis } 1{,}8) \sqrt{h \,.\, s}$$
$$\text{für andere Zähne } t \geqq 4{,}2 \sqrt{(0{,}08 \text{ bis } 0{,}4) \,.\, h \,.\, s} = \sim (1{,}2 \text{ bis } 2{,}6) \sqrt{h \,.\, s}.$$

Die Zahnteilung t muss somit nach der Art und Dicke der Zähne und der grössten vorkommenden Schnitthöhe bestimmt werden. Für die Grösse Δ, d. h. den Blockweg während eines Schnittes mit der Hubhöhe H, beziehungsweise das Geschwindigkeitsverhältnis $\frac{\varphi}{v}$ erhält man (immer vorausgesetzt, dass die Blockgeschwindigkeit denselben Änderungen unterliegt wie die Sägengeschwindigkeit), da (vergl. S. 612)

$$\text{für geschränkte Zähne } \frac{\delta}{2t} = \frac{\Delta}{H} = \frac{\varphi}{v}$$
$$\text{für andere Zähne } \frac{\delta}{t} = \frac{\Delta}{H} = \frac{\varphi}{v}$$

und nach einem soeben benutzten Ausdruck für f

$$0{,}3\, t^2 \geqq (\tfrac{5}{2} \text{ bezw. } 5)\, \mathrm{h} \,.\, \delta \text{ ist:}$$
$$\text{für geschränkte Zähne: } \frac{\Delta}{H} \leqq \frac{0{,}3\, t^2}{\tfrac{5}{2} \,.\, h} \cdot \frac{1}{2t} = 0{,}06 \frac{t}{h} = \frac{\varphi}{v}$$
$$\text{für andere Zähne: } \frac{\Delta}{H} \leqq \frac{0{,}3\, t^2}{5 \,.\, h} \cdot \frac{1}{t} = 0{,}06 \frac{t}{h} = \frac{\varphi}{v}.$$

Die Sägeblattstärke bestimmt man zweckmässig nach der freien Länge (S. 602) des Sägeblattes; heisst letztere $\mathfrak{L}$, so ist im Mittel:

$$s = \frac{\mathfrak{L}}{800}$$

und die Spannung jedes Sägeblattes zu $\mathfrak{S}_{kg} = 800\, s^2_{mm}$ zu nehmen.

Die gebräuchlichen Schnittgeschwindigkeiten sind S. 610 genannt.

k. Über die Zuschiebungsgeschwindigkeit und den Arbeitsbedarf können noch folgende Angaben gemacht werden:

Als gewöhnliche Grenzen, innerhalb welcher die Grösse des Vorschubes Δ auf je einen Schnitt sich bewegt, kann man 1,5 und 12 *mm* annehmen; in weichem (Tannen-) Holz steigt dieselbe zuweilen auf 18 oder 20 *mm*.

Man findet einen Fall angeführt, wo beim Schneiden 18 *cm* breiter Tannenbretter die Wagenschiebung auf jeden Schnitt 28 bis 30 *mm* betrug. Wenn

aber eine amerikanische Sägemühle in 30 bis 40 *cm* dickem Föhrenholze mit 80, ja gar 120 *mm* Vorschub bei jedem Schnitte arbeiten soll[1]), so darf man an der Richtigkeit der Angabe zweifeln.

Vorschub für jeden Hub mal Schnittlänge, mal Schnittzahl in der Stunde liefert die Grösse der stündlich geschnittenen Fläche, wenn ununterbrochenes Arbeiten angenommen werden darf. Bei Gattersägen mit Wagen muss man von den Arbeitsstunden etwa ein Viertel abrechnen, indem nämlich soviel durch das Aufspannen und Rücken des Holzes, den Rücklauf des Wagens und das Schärfen (oder Auswechseln) der Säge verloren geht.

An einer mit Seitengatter ausgerüsteten Säge (Schwartensäge) mit gusseisernem Gestell wurden von Hartig die folgenden Beobachtungen angestellt: Dicke des Sägeblattes 1,4 *mm*, Breite der Schnittfuge 4 *mm*, Zahnteilung 13,1 *mm*, Blattlänge 1,325 *m*, Hubhöhe des Gatters 338 *mm*, Gewicht des (hölzernen) Gatters 60 *kg*, Zahl der Sägenschnitte in der Minute 220, mittlere Geschwindigkeit des Blattes 2,479 *m*, Zuschiebung des Blockes für einen Schnitt $\Delta = 1$ bis 8 *mm*; grösste (beobachtete) stündliche Leistung $F = 13{,}68$ *qm* Schnittfläche in lufttrockenem Fichtenholz bei 142 *mm* Blockhöhe und 7,3 *mm* Zuschiebung für einen Schnitt; hierbei Arbeitsverbrauch für den Leergang $N_0 = 0{,}83$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 1{,}93$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine $1{,}87 \cdot 1{,}32 = 2{,}47$ *qm*, Gewicht derselben 2100 *kg*. Allgemein war für diese Säge der Arbeitsverbrauch nach der Formel

$$N = 0{,}83 + \left(\alpha + \frac{\beta}{\Delta}\right) F \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen, worin Δ die Zuschiebung für einen Schnitt in Millimeter, F die stündliche Schnittfläche in Quadratmeter, α und β Ziffern bezeichnen, deren Wert

für Fichtenholz $\alpha = 0{,}046$ $\beta = 0{,}330$
für Eschenholz $\alpha = 0{,}052$ $\beta = 0{,}376$

beträgt. Das erste Glied der Formel stellt die Leergangsarbeit dar.

Das Mittelgatter gebraucht für den Leergang etwa 3 Pferdestärken, für den Arbeitsgang etwa 5 Pferdestärken. Dagegen verlangt ein Bundgatter mit 6 Sägen, von welchen jede stündlich 3 *qm* schneidet, a. für den Leergang der Maschine 3 Pfd., b. zum Schneiden $4^1/_2$ Pfd., zusammen $7^1/_2$ Pferdestärken, und liefert damit $6 \times 3 = 18$ *qm*. Eine Pferdestärke schneidet mithin im ersten Falle stündlich 1,6 *qm*, und im zweiten 2,4. Bis zu einer gewissen Grenze steigt die Leistung der Pferdestärke mit der Zahl der im Gatter eingespannten Sägen, darüber hinaus nimmt sie wieder ab; eine Reihe von Versuchen mit derselben sehr guten Sägemühle, bei welcher die Hubhöhe 460 *mm*, die Anzahl der minutlichen Schnitte 200 bis 218 (also die Geschwindigkeit der Säge durchschnittlich 3,2 *m*), die Schnittbreite 1,9 bis 2,5 *mm*, die Vorrückung des Blockes von lufttrockenem Fichtenholze 1,0 bis 2,5 *mm* auf jeden Schnitt betrug, ergab in dieser Beziehung folgendes:

Anzahl der Sägen im Gatter	Schnittfläche für eine Stunde und eine Pferdestärke am Wasserrade
4	3,19 *qm*
6	4,90 „
11	5,21 „
12	6,62 „
15	4,98 „
18	3,78 „

Leer gehend, d. h. ohne zu sägen, erforderte die gedachte Sägemühle durchschnittlich 2 Pferdestärken am Wasserrade; arbeitend und die vorangeführten Leistungen gebend aber:

mit 4 Sägen	6,87 Pferdestärken	mit 12 Sägen	10,78 Pferdestärken
„ 6 „	7,00 „	„ 15 „	10,29 „
„ 11 „	7,28 „	„ 18 „	13,85 „

[1]) Deutsche Gewerbezeitung 1855, S. 456.

Die auffällige Thatsache, dass bei mehr als 12 Sägen die Leistung jeder Pferdestärke geringer wurde, dürfte sich, wenigstens zum Teil, aus dem Umstande erklären lassen, dass man bei Benutzung von 15 und 18 Sägeblättern einen kleineren Vorschub anwendete als bei 12 Sägen.

Nach Hartig's Versuchen kann man bei Gattersägen für lufttrockenes Fichtenholz den Arbeitsverbrauch für 1 *qm* Schnittfläche in der Stunde nach der Formel

$$\varepsilon = 0{,}046 + 0{,}224 \,.\, \frac{H\sigma}{\Delta} \text{ Pferdestärken}$$

berechnen, worin

H die Hubhöhe des Gatters in Meter
σ die Schnittbreite in Millimeter
Δ die Zuschiebung des Blockes für jeden Schnitt in Millimeter

bedeutet; hat man z. B. $H = 0{,}5\,m$, $\sigma = 3\,mm$, $\Delta = 6\,mm$, so folgt $\varepsilon = 0{,}103$ Pferdestärken.

Der gesamte Arbeitsverbrauch wird daher aus der zu beobachtenden stündlichen Schnittfläche F und der Leergangsarbeit N_0 zu finden sein aus

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, F \text{ Pferdestärken.}$$

Beispiel. Bei einer Gattersäge mit zwei Blättern sei $N_0 = 0{,}85$ Pferdestärken, $\varepsilon = 0{,}103$ und $F = 25\,qm$, so folgt $N = 3{,}43$ Pferdestärken.

B. Stetig arbeitende Sägen. Sie gewinnen ihrer grossen Leistungsfähigkeit halber und weil die den schwingenden Sägen anhaftenden Massenwirkungen bei ihnen nicht auftreten, mehr und mehr Anwendung. Vielleicht ist die Zeit nicht fern, in welcher die Gattersägen durch Kreis- und Bandsägen völlig verdrängt sind.

a. Die Kreissäge ist zwar schon ziemlich alt[1]), hat jedoch, soweit es sich um Gewinnung des Schnittholzes handelt, erst in der zweiten Hälfte des gegenwärtigen Jahrhunderts allgemeinere Anerkennung gefunden. Sie besteht aus einer kreisrunden, dünnen, stählernen Scheibe, welche sich mit einer liegenden, durch ihren Mittelpunkt gehenden Achse dreht und an ihrem Umkreise mit Zähnen versehen ist. Die Zähne sind in gebräuchlicher Weise am Rande des Sägeblattes ausgebildet; doch kommen auch Kreissägen mit eingesetzten Zähnen vor.[2])

Das Holz wird auf einer wagerechten Bahn mit den Händen gegen die Säge vorgeschoben, oder liegt auf einem mechanisch bewegten Wagen, ähnlich dem Wagen bei Sägemühlen mit Seitengatter.[3])

Bereits regelmässig geschnittene Hölzer werden mittels Walzen (S. 601) der Säge entgegengeführt.[4])

Da die Schnittgeschwindigkeit gleichförmig ist, so wird eine ebensolche für den Block verlangt.

Das hat aber keine regelmässige Spandicke δ zur Folge, vielmehr nimmt die letztere von ihrer geringsten Grösse bei fe, Fig. 113, allmählich zu, bis zu ihrem grössten Wert bei cd, an der unteren Fläche des Holzes von der Höhe h. Würde h = dem halben Sägendurchmesser sein und die untere Holzfläche in der Höhe

[1]) Vergl. Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 2, 2. Aufl., Braunschweig 1876, S. 445.
[2]) D. p. J. 1875, **217**, 170 m. Abb.
Die Holzsäge, a. a. O., S. 70 m. Abb.
[3]) Österreichischer Bericht ü. d. Weltausstellung in Philadelphia, 6. Heft, Wien 1877, S. 2 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1879, **232**, 304 m. Abb.

der Sägenachse liegen, so würde hier (bei *ab*) die Spandicke den Vorschub für 2 (bei geschränkten Zähnen) bezw. 1 (bei anderen Zähnen) Zahnteilungen gleich sein, während bei *i* die Spandicke zu nichts verlaufen würde. Jene Spandicke bei *ab*, Fig. 113, ist nun gleichwertig mit dem δ der gespannten Sägen. Es ist offenbar die Menge des durch zwei geschränkte bezw. einen die ganze Schlitzbodenbreite σ bestreichenden Zahn gleich $h \cdot \delta \cdot \sigma$ und man erhält, wie früher die Zahnteilung $t \geq$ (3 bezw. 4,2) $\sqrt{h \cdot \delta}$ (vergl. S. 617) und das Verhältnis der Zuschiebungs- zur Schnittgeschwindigkeit $\frac{\varphi}{v} \leq 0{,}06 \, \frac{t}{h}$ (vergl. S. 617). Die gebräuchliche Sägeblattdicke s berechnet sich nach der Formel:



Fig. 113.

$$s_{mm} = 0{,}1 \sqrt{D_{mm}}$$

wenn D den Durchmesser der Säge bezeichnet und die oben näher gekennzeichnete Grösse δ schwankt zwischen $\delta = 0{,}1\, s$ bis $\delta = 0{,}01\, s$.[1])

Man pflegt kurz das Verhältnis der Zuschiebungsgeschwindigkeit φ zur Schnittgeschwindigkeit v, oder $\frac{\varphi}{v} = \frac{1}{500}$ bis $\frac{1}{20}$ zu nehmen. Die sekundliche Schnittgeschwindigkeit oder Geschwindigkeit des Sägenumfanges beträgt für harte, astreiche Hölzer $v = 10$ bis $15\, m$, für mittleres Eichenholz $v = \sim 20\, m$, für weiche Hölzer $v = 25$ bis $40\, m$ und wird bei weichen, schlicht gewachsenen Hölzern bis $v = 65\, m$ getrieben.

Die Kreissäge muss in erster Linie genau eben sein und tadellos rund laufen. Demgemäss erfordert die Kreissägenwelle sorgfältige Lagerung. Man verbindet das Sägeblatt mit der Welle mittels zweier Scheiben (von denen die eine auf der Welle festsitzt und dort abgedreht ist, während die andere lose mittels einer Mutter angedrückt wird), welche nur mit schmalen, an ihren Rändern ausgebildeten ringförmigen Streifen sich gegen das Blatt legen. Das Ausrichten der Säge geschieht im übrigen dadurch, dass das Loch derselben genau auf die Welle passt oder ein hohler, auf der Welle verschiebbarer abgestumpfter Kegel in das Loch des Sägeblattes gedrückt wird. Zuweilen werden Mitnehmerstifte angebracht, um zu verhüten, dass das Sägeblatt gegen die Welle zurückbleibt; besser ist — weil die Mitnehmer leicht das Rundlaufen der Säge stören — die Befestigung nur durch die Klemmung zwischen den erwähnten Scheiben zu bewirken. In der Nähe der wirkenden Zähne (meistens an der Austrittsstelle der Sägen bei *d*, Fig. 113), bringt man Stützflächen an, welche einem versuchten Seitwärtsbiegen der Säge sich entgegensetzen. Sie bestehen aus Stahl oder den Hirnseiten harter Holzstücke, welche — nicht selten mittels feinfühliger Einstellvorrichtungen — dem Sägeblatt so nahe wie möglich gebracht werden, ohne solches selbst zu berühren.

An einer Kreissäge von mittlerer Grösse wurde von **Hartig** beobachtet: Dicke des Sägeblattes 3,05 *mm*, Breite der Schnittfuge 5,5 *mm*, Zahnteilung 39,6 *mm*, Durchmesser des Blattes 87 *cm*, minutliche Umdrehungszahl desselben 850, daher sekundliche Umfangsgeschwindigkeit der Säge 38,72 *m*, Zuschiebung des Blockes (von Hand) 20 bis 65 *mm* sekundlich, grösste (beobachtete) stündliche Leistung $F = 30\, qm$ Schnittfläche in trockenem Fichtenholz parallel dem Faserlauf bei 182 *mm* Schnitthöhe, 45 *mm* sekundlicher Zuschiebung; hierbei

[1]) Die Band 1, S. 415 hierfür angegebenen Zahlen 0,1 bis 0,6 beruhen auf einem Schreibfehler.

Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 1,18$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 5,64$ Pferdestärken; Raumbedarf $2,1 . 1,2 = 2,52$ *qm*, Gewicht der Maschine 650 *kg*. Allgemein war für diese Kreissäge zu setzen der Arbeitsverbrauch

$$N = 1,18 + \varepsilon . F \text{ Pferdestärken,}$$

worin F die wirkliche stündliche Schnittfläche in Quadratmeter bezeichnet und der Arbeitswert ε einen der folgenden Werte hat:

Für Erlenholz $\varepsilon = 0,161$
„ Fichtenholz $\varepsilon = 0,180$
„ Eschenholz $\varepsilon = 0,336$;

hierbei ist vorausgesetzt, dass die Zuschiebung des Blockes mit mässigem von Hand auszuübendem Druck erfolgt.

Nach diesen und anderweiten Versuchen kann man annehmen, dass im Durchschnitt auf eine Pferdestärke Nutzarbeit stündlich zu rechnen ist eine zerspannte Holzmenge von

$V = 0,014$ *cbm* bei harten Hölzern (Esche, Eiche u. s. w.)
$V = 0,028$ „ bei weichen Hölzern (Fichte, Erle u. s. w.),

daher für eine Kreissäge, die einen Schnitt von σ *mm* Breite herstellt und stündlich F *qm* Schnittfläche erzeugt, die Nutzarbeit zu berechnen ist aus

$$N_1 = \frac{\sigma . F}{1000 . V} \text{ Pferdestärken.}$$

Die Leergangsarbeit kann allgemein

$$N_0 = \frac{U . D}{8 . 10^5} \text{ Pferdestärken}$$

gesetzt werden, worin U die minutlichen Drehungen der Säge, D den Sägeblattdurchmesser in Millimeter bedeutet.

Beispiel. $U = 480$, $D = 610$ *mm*, giebt $N_0 = 0,366$ Pferdestärken; $s = 4$ *mm*, $F = 15$ *qm*, giebt $N_1 = 2,143$ Pferdestärken für weiche, $N_1 = 4,286$ Pferdestärken für harte Hölzer, daher der ganze Arbeitsverbrauch beziehentlich $N = 2,509$ und $N = 4,652$ Pferdestärken.

Die Kreissäge kann höchstens nur solches Holz durchschneiden, dessen Dicke etwas kleiner als ihr Halbmesser (höchstens 0,8 des Halbmessers) ist, weil das Holz über die oben erwähnten Scheiben weggehen muss. Eine Säge von 1,75 *m* Durchmesser, wie sie demnach zum Schneiden von 60 bis 70 *cm* breiten Dielen erfordert wird, ist schon schwierig zu verfertigen und teuer. Man hat deshalb, um dickeres Holz zu durchschneiden, zuweilen zwei kleinere Sägen angewendet, von denen jede einen Teil der Dicke schneidet (die eine von oben, die andere von unten her), wobei es sich von selbst versteht, dass die beiden Sägen, um sich nicht gegenseitig im Wege zu sein, nicht gerade übereinander angebracht werden.[1]) Es ist jedoch schwierig, beide Kreissägenblätter genau genug in derselben Ebene zu erhalten, weshalb diese Anordnung selten ist. Zwei auf derselben Welle befestigte Kreissägen, deren Abstand verstellbar ist (doppelte Kreis-Saumsägen), können mit Vorteil zum Brettersäumen verwendet werden. Brauchbarer sind diejenigen Doppelsaumsägmaschinen, bei denen jede Säge auf einer besonderen Welle gelagert ist.

Fig. 114 versinnlicht dieselbe im Grundriss. SS sind die beiden Sägeblätter, RR die Antriebsrollen, ll die Lagerungen der Wellen. Die Lagerungen

[1]) Polyt. Centralbl. 1855, S. 10 m. Abb.
Exner, Sägemaschinen, Bd. 1, Wien 1878, S. 101 m. Abb.

jeder Kreissäge, nebst den besonderen Stützen derselben (S. 620), sind für sich an einer an sicheren Führungen befestigten Platte befestigt, welche je mit

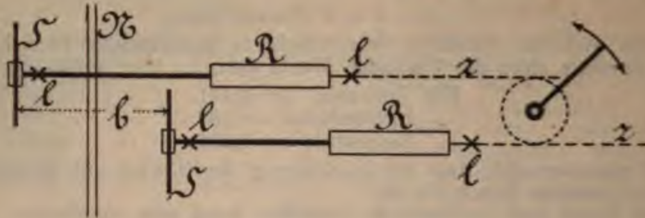


Fig. 114.

einer Zahnstange z versehen sind. Diese Zahnstangen z greifen in ein gemeinsames Zahnrad, durch dessen Drehung die eine der Sägen genau so viel nach links, wie die andere nach rechts geschoben wird, um die zu erzeugende Brettbreite b einzustellen. Zwischen den beiden Sägen befindet sich in dem Tisch der Maschine eine Nut N, in welcher sich das obere Trum einer über zwei Rollen gelegten Gall'schen Kette mit der Zuschiebungsgeschwindigkeit bewegt. Bretter W, Fig. 115, welche durch Bundgatter aus ungesäumten Blöcken geschnitten sind, werden in der Mitte ihrer Enden mit Bügeln A versehen, deren Nasen n in die Nut N geschoben werden, dort die Führung der betreffenden Bretter übernehmen und von den Bolzen B ergriffen die Vorwärtsbewegung derselben vermitteln. Am Austrittsende der Bretter ist ein Arbeiter aufgestellt, welcher die Bügel A abnimmt und einem Tragbande zur Rückbeförderung an das Eintrittsende der Maschine übergiebt. Die vorliegende Saumsäge vermag so viel Bretter zu besäumen, wie 2 bis 3 Bundgatter liefern.

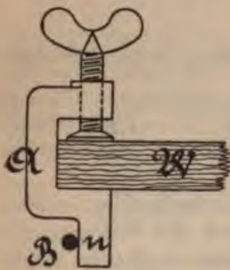


Fig. 115.

Die Kreissäge leidet an dem Übelstande, dass sie bei grösserem Blattdurchmesser breite Schlitzweiten erzeugt, viel Holz in Späne verwandelt. Demgemäss ist die Gattersäge imstande, für grössere Holzdicken dann mit der Kreissäge in Wettbewerb zu treten, wenn der Holzwert ein grösserer ist. Indessen lässt sich die Kreissäge für die Erzeugung dünner Bretter (z. B. Furniere, Cigarrenkistenbretter u. dgl. so einrichten, dass die Schnittweite eine sehr geringe wird. Man benutzt hier die Biegsamkeit der erzeugten dünnen Holzplatten, um Raum für die entsprechende Absteifung des Sägeblattes zu gewinnen.

Zur Erzeugung eigentlicher Furniere wird die Kreissäge jetzt wohl nirgend mehr verwendet, da diese fast ausnahmslos aus krausgewachsenen Hölzern erzeugt werden, und diese das Abbiegen von der gekrümmten Schlitzsohle nicht gut vertragen. Brettern aus geradfaserigem Holz, welche höchsten 5 mm dick sind, kann man diese Biegung jedoch zumuten. Es wird das Sägeblatt gegen eine kräftige Scheibe genietet, welche an ihrem Rücken sehr flach kegelförmig und zwar so abgedreht ist, dass der Rand möglichst dünn wird. Die Kegelfläche wird aber auch auf das Sägeblatt übertragen und hierdurch die Zahnbreite auf etwa $^1/_2$ *mm* oder weniger vermindert. Eine Schränkung der Zähne fällt fort. Teils um den Zweck des Schränkens (I, 410) auf derjenigen Sägeseite, welche dem abzutrennenden Brettchen abgewendet ist, zu erreichen, teils um das Sägeblatt sicherer gegen die Stützscheibe zu drücken, wird letztere auf der Seite, welche das Sägeblatt aufnimmt, etwas hohl gedreht.

b. **Die Bandsäge** besteht aus einem dünnen Sägeblatt, welches durch Zusammenlöten zu einem endlosen Bande geworden, über zwei Rollen gelegt und durch diese angespannt ist; durch Drehung einer der beiden Rollen erfährt das Sägeblatt die erforderliche Bewegung.

Das Hauptbindernis allgemeinerer Einführung der Bandsäge bildete der Umstand, dass das Sägeblatt häufig brach. Seitdem man erkannt hat, dass die Veranlassung zu diesen häufig eintretenden Brüchen die zu kleinen Rollenhalbmesser seien[1]), bezw. nachdem man die Rollenhalbmesser R im Verhältnis zur Sägeblattstärke s entsprechend gross wählt, sind jene Brüche seltener geworden. Das Sägeblatt muss offenbar — ausser der seiner Absteifung dienenden Spannung — auch derjenigen Spannung widerstehen, welche seiner Biegung entspricht. Diese aber steht im geraden Verhältnis zu $\frac{s}{R}$. Man soll (I, 420) $\frac{s}{R}$ höchstens $= \frac{1}{500}$, oder den Rollendurchmesser 1000 mal so gross machen, als die Sägeblattdicke beträgt. Selbst in diesem Falle beträgt die Biegungsspannung noch ~ 25 *kg* für das *qmm*! Da man die Sägeblätter aus bestem zähesten Stahl herzustellen pflegt, so ist zulässig, ausserdem eine Versteifungsspannung von 10 *kg* für das *qmm* anzuwenden, sodass die Aussenseiten der auf den Rollen liegenden Sägeblattteile bis zu 35 *kg* für das *qmm* angespannt werden. Die Gesamt-Versteifungsspannung, welche in jedem Sägetrum zwischen den Rollen stattfindet, bestimmt sich für mittlere Sägebreiten zu

$$\mathfrak{S}_{kg} = 400\, s^2_{mm}\,.$$

Da, wie oben angeführt, selbst bei Bandsägen, deren Rollenhalbmesser das 500 fache der Sägedicke beträgt, die Spannung bis zu 35 *kg* für 1 *qmm* des Sägequerschnittes anwächst, so ist alles zu vermeiden, was diese Spannung zufällig noch weiter steigern kann. Dahin gehören die Dehnungen, welche durch Temperaturänderungen eintreten. Es soll daher eine der Rollen nachgiebig gelagert werden, sodass, sobald sich z. B. nach der Benutzung das Sägeblatt mehr zusammenzuziehen sucht als das Maschinengestell, diesem Bestreben nachgegeben wird. Man stützt zuweilen eine der Rollen, bezw. die Lagerung ihrer Welle elastisch; besser ist jedoch, die Lagerung mit dem einen Ende eines doppelarmigen Hebels zu verbinden, dessen anderes Ende entsprechend belastet ist. So ist möglich, die Sägespannung jederzeit genau in der beabsichtigten Höhe zu erhalten. Die Sägeblattdicke bestimmt man geradeso wie diejenige anderer gespannter Sägen nach: $s = \frac{\mathfrak{L}}{800}$, in welchem Ausdruck $\mathfrak{L}$ die freie Länge des Sägeblattes bedeutet. Da man nun, abgesehen von anderen Gründen, die Sägeblattdicke s möglichst klein zu machen wünscht, um nicht zu grosse Rollendurchmesser zu erhalten, so müssen in möglichster Nähe des Holzes sowohl an der Eintritts- als auch an der Austrittstelle Führungen angebracht werden, welche dem Sägeblatt so gute Stützung gewähren, dass man den Abstand der Führungen als freie Länge $\mathfrak{L}$ betrachten kann. Diese Führungen sollen die Seitenflächen und den Rücken des Sägeblattes stützen. Sie bestehen zuweilen aus je einem Stück harten Holzes, in welches ein Schlitz von der Weite s geschnitten ist. Allein solche Führungen sind wenig wert, weil sie bald abgenutzt werden und man meistens versäumt, sie rechtzeitig durch neue zu ersetzen. Nachstellbare Seitenbacken und fortrückbare Flächen für die Stützung des Rückens (welcher leicht Furchen in den betreffenden Führungsflächen ausbildet), sind deshalb weit zweckmässiger.[2])

---

[1]) Herm. Fischer, Die Holzsäge, Berlin 1879, S. 93.

[2]) Bandsägenführungen: D. p. J. 1879, **233**, 276 m. Abb.; 1880, **238**, 24 m. Abb.; 1884, **254**, 453 m. Abb.
The Engineer, Jan. 1882, S. 56 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1884, S. 608 m. Abb.; 1885, S. 776 m. Abb., S. 832 m. Abb.

Die sekundliche Sägengeschwindigkeit beträgt 8 bis 15 *m*, ausnahmsweise bis 25 *m*. Es müssen daher die Bandsägerollen sehr genau rund laufen, auch so abgelehrt sein, dass ihre Schwerachse genau mit der Drehachse zusammenfällt. Daraus folgt, dass sie nur aus Metall (Guss- oder Schmiedeisen) herzustellen sind. Man dreht die Umfangsfläche, auf welcher das Sägeblatt zu liegen hat, noch einmal ab, nachdem die Rollen auf ihren Wellen befestigt sind, leimt auch einen Lederstreifen auf die Umfangsfläche und dreht diesen sorgfältig ab. Der Lagerung der Rollenachsen muss selbstverständlich die nötige Aufmerksamkeit gewidmet werden; neuerdings lagert man die Wellen zu beiden Seiten der Rollen und möglichst in gleichen Entfernungen von denselben.[1])

Der Wagen der Blockbandsägen gleicht demjenigen des Seitengatters (S. 600) und der Blockkreissäge (S. 619) sofern, wie meistens der Fall, die eine Rolle gerade über der anderen liegt[2]), dagegen demjenigen des liegenden Gatters (S. 601), wenn die beiden Rollen nebeneinander, also die geraden Sägetrume wagerecht liegen.[3]) Vorher bereits rechteckig beschnittene Hölzer werden mittels Rollen oder Walzen geführt, bezw. gegen die Säge geschoben (vergl. S. 601)[4]). Nicht selten fügt man mehrere Bandsägen so zusammen, dass sie gleichzeitig denselben Block bearbeiten.[5])

Die Grösse der Zahnlücken wie der Zuschiebung ist für Bandsägen geradeso zu berechnen, wie für andere Sägen (S. 615, 616). Das Verhältnis der Zuschiebungsgeschwindigkeit φ zur Schnittgeschwindigkeit v schwankt im allgemeinen zwischen $\frac{\varphi}{v} = \frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{50}$.

Als Beispiel einer sehr grossen Bandsäge sei folgendes angegeben[6]): Die Säge zerlegt bis zu 1,5 *m* dicke Blöcke. Es beträgt der Rollendurchmesser 1,9 *m*, die Sägeblattbreite 12 *cm*, Sägeblattlänge 16,8 *m*, Sägespannung 1000 bis 4000 *kg*, Schnittweite 3,2 *mm*, sekundliche Schnittgeschwindigkeit 22,8 *m*, Zuschiebungsgeschwindigkeit 0,3 *m* für Fichtenholz, 0,15 *m* für Eichenholz. Jährlich gebraucht man 8 bis 10 Sägeblätter.

An einer Bandsäge von mittlerer Grösse wurden von Hartig die folgenden Messungen und Beobachtungen angestellt: Dicke des Sägeblattes 1,5 *mm*, Breite der Schnittfuge 1,7 *mm*, Zahnteilung 9 *mm*, Durchmesser der Sägeblattscheiben 855 *mm*, minutliche Drehungen derselben 150, sekundliche Schnittgeschwindigkeit 6,71 *m*, grösste (beobachtete) stündliche Leistung $F = 7{,}70$ *qm* Schnittfläche in trockenem Eichenholz bei 24 *cm* Blockhöhe und 8,8 *mm* sekundlicher Zuschiebung; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}19$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}98$ Pferdestärken; Raumbedarf $1{,}75 . 1{,}30 = 2{,}28$ *qm*, Gewicht der Maschine 1000 *kg*.

Allgemein kann für Bandsägen (von der Leergangsarbeit abgesehen) gesetzt werden der Arbeitsverbrauch für 1 *qm* Schnittfläche in der Stunde bei Fichtenholz:

$$\varepsilon = 0{,}037 + \frac{326 . \sigma}{10^7} \frac{\varphi}{v} \text{ Pferdestärken,}$$

---

1) D. p. J. 1885, **256**, 224 m. Abb.; 1885, **257**, 224 m. Abb., **258**, 9 m. Abb.; 1887, **263**, 17 m. Abb.

2) D. p. J. 1877, **224**, 479 m. Abb.
Portefeuille économique des machines 1874, Taf. 19 u. 20 m. Abb.
Pract. Masch.-Constr. 1887, S. 47 m. Schaubild.

3) D. p. J. 1881, **239**, 105 m. Abb.
Pract. Masch.-Constr. 1879, S. 394 m. Abb.

4) D. p. J. 1879, **232**, 306 m. Schaub.

5) D. p. J. 1881, **240**, 180 m. Abb.; 1883, **250**, 61 m. Abb.; 1885, **258**, 9 m. Schaub.

6) D. p. J. 1873, **209**, 464.

bei Eichenholz:

$$\varepsilon = 0{,}052 + \frac{412 \,.\, \sigma}{10^7} \; \frac{v}{\varphi} \text{ Pferdestärken,}$$

bei Rotbuchenholz:

$$\varepsilon = 0{,}062 + \frac{485 \,.\, \sigma}{10^7} \; \frac{v}{\varphi} \text{ Pferdestärken,}$$

in welchen Ausdrücken

σ die Schnittbreite in Millimetern,

$\frac{\varphi}{v}$ das Verhältnis der Geschwindigkeit der Zuschiebung zur Geschwindigkeit der Säge bedeutet. Wenn also z. B. $\sigma = 2\ mm$, $\frac{\varphi}{v} = \frac{1}{300}$ ist, so folgt der Arbeitsverbrauch für 1 *qm* Schnittfläche in der Stunde (Arbeitswert)

bei Fichtenholz:	Eichenholz:	Rotbuchenholz:
0,057	0,077	0,091 Pferdestärken.

C. Trummsägen, Quersägen. Dem Zerlegen des Holzes in der Längenrichtung geht fast ausnahmslos eine Quertrennung voran. Es liegen die betreffenden Schnitte verhältnismässig weit auseinander, sodass, wenigstens in sehr vielen Fällen, die Förderungskosten des Baumstammes zur Sägemaschine grösser ausfallen, als die Kosten des Zerschneidens mittels Handsägen. Aus diesem Grunde sind für die fraglichen Arbeiten meistens Handsägen und zwar Steifsägen (I, 416), welche an beiden Enden durch Arbeiter ergriffen werden, im Gebrauch. Unter Umständen empfiehlt sich die Anwendung besonderer Sägemaschinen, welchen ein solcher Ort angewiesen wird, dass sie sich gewissermassen auf dem Wege vom Anfuhrorte, bezw. der Lagerstelle des Holzes zu den Langsägemaschinen befinden. Die Weite des Schnittes spielt bei dem Quertrennen eine sehr geringe Rolle; es sind deshalb nur Steifsägen, und zwar sowohl gerade als auch Kreissägen im Gebrauch.

Die geraden Sägen werden zuweilen mittels Krummzapfens und Schleife[1]) oder mittels Lenkstange[2]) auch unmittelbar durch die Stange eines Dampfkolbens[3]) bewegt. Man führt sie entweder nur mittels der kräftigen Angel oder in zwei Schlitzen, von denen der eine diesseits, der andere jenseits des Blockes sich befindet. Der Vorschub wird fast ausschliesslich durch das Eigengewicht des Sägeblattes bewirkt, welches liegend mit nach unten gerichteten Sägezähnen arbeitet. Die Zähne sind so gestaltet, dass sie nur angreifen, wenn die Säge gezogen wird.

Auch bei den Kreissägen hat das Sägeblatt neben der Arbeitsbewegung auch die Schaltbewegung, weil das Verschieben des vielleicht langen, jedenfalls schweren Blockes mehr Schwierigkeiten bieten würde, als das Vorrücken der Säge. Man lagert zu dem Ende die Kreissägewelle in das Ende eines pendelartig beweglichen Armes und in die Schwingungsachse dieses Armes die Antriebswelle (Pendelsäge)[4]) oder benutzt zur Lagerung der Kreissägewelle einen Schlitten, wobei durch entsprechend angeordnete Leitrollen die Länge des Treib-

---

[1]) Rühlmann, Allgem. Maschinenl. a. a. O., Bd. 2, S. 484 m. Abb. Exner, Sägemaschinen, Weimar 1878, Bd. 1, S. 331 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1880, **236**, 202 m. Abb.; 1885, **257**, 11 m. Abb.; 1887, **265**, 292 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1878, **227**, 345 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1888, S. 1004 m. Schaubild.

[4]) Exner, Sägemaschinen, Weimar 1878, Bd. 1, S. 383 m. Abb.

riemens unverändert erhalten bleibt. Die Verschiebung des in Rede stehenden Schlittens findet entweder in wagerechter oder in senkrechter von unten nach oben steigender Richtung statt.[1])

D. Verschiedene Sägen. Dieselben dienen Sonderzwecken, sind daher im allgemeinen wenig verbreitet. Es mögen folgende hier angeführt werden:

1) Rundsägemaschinen zum Ausschneiden kreisbogenförmiger Gegenstände.[2])

Sie kommen z. B. zur Verwendung zum Ausschneiden geschweifter Bürstenhölzer der Fassböden und Radfelgenstücke. Es sind senkrechte (Gatter- oder Band-) Sägen mit schmalem Blatt, denen gegenüber die Werkstücke um eine senkrechte Achse gedreht werden. Zu dem Ende ist ein um eine senkrechte Achse drehbarer Tisch mit Aufspannvorrichtungen seitwärts von der Säge angebracht. Sollen gleichzeitig zwei Schnitte und zwar gleichachsig ausgeführt werden (z. B. behufs Herstellens der Radfelgenstücke), so werden zwei Sägeblätter angewendet.

2) Krummes Schnittholz (mit grossem Krümmungshalbmesser) kann auch dadurch erzeugt werden, dass man während des Schneidens entweder den Block oder die Säge winkelrecht zur Schnittfläche entsprechend verschiebt.

Bei senkrechten Sägen werden z. B. die eingespannten Enden des Blockes, und zwar das eine nach rechts, das andere nach links verschoben. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, dass man ein gleiches Verfahren anwendet, um aus regelmässig gekrümmten Hölzern möglichst viele Bretter zu schneiden. Man lässt die Schnitte (des Bundgatters) der Holzkrümmung folgen; sind die erzeugten Bretter entsprechend dünn, so lassen sie sich leicht gerade biegen. Bei liegenden (Band- oder Gatter-) Sägen pflegt man die Säge an den Ständern der Sägenführung sich senken oder emporsteigen zu lassen.

3) Zum Erzeugen windschiefer Flächen, z. B. an Schiffsholz, benutzt man ähnliche Einrichtungen.

Z. B. wird dem senkrechten Sägeblatt gegenüber der Block allmählich um seine Längenachse gedreht[3]), oder bei liegenden Sägen die Sägeführung an den betreffenden Ständern um eine liegende Achse gedreht[4]) und nach Umständen gleichzeitig gehoben oder gesenkt.

4) Zum selbstthätigen Erzeugen der Schindeln ist eine Kreissäge vorgeschlagen worden[5]), welche den Block in der Spiegelrichtung zerschneidet, also Schnittholz keilförmigen Querschnitts erzeugt.

5) Kreisbogenförmige Schnitte mit kleinem Krümmungshalbmesser erzeugt man mittels der Trommel- oder Kronensäge (I, 417), insbesondere behufs Zuschneidens der Fass- und Eimerdauben, über welche w. u. noch nähere Angaben gemacht werden. Auch ist vorgeschlagen[6]), in edlen Hölzern, Elfenbein u. s. w. derartige Schnitte mit-

---

[1]) Pract. Masch.-Constr. 1873, S. 13 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1825, **15**, 13 m. Abb.
Gewerbebl. f. Hannover 1842, S. 39 m. Abb.
[3]) Deutsche Gewerbez. 1848, S. 4.
Polyt. Centralbl. 1856, S. 916 m. Abb.
[4]) The Engineer, Mai 1874, S. 310 m. Schaub.
[5]) D. p. J. 1885, **258**, 436 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1882, **244**, 33 m. Abb.

tels einer gebogenen, dünnen Säge zu erzeugen, oder[1]) Schuhleistenholz u. dgl. mittels einer sehr dünnen Bandsäge, welche um eine entsprechend kleine Rolle gelegt ist, auszuschneiden.

E. Pflege der Sägen. Gehörige Leistung bedingt bei Sägen nicht allein wie bei jedem anderen schneidenden Werkzeug entsprechende Schärfe der Schneiden (geringen Abrundungshalbmesser derselben, vergl. I, 381), sondern ausserdem richtige Lage der Schneiden. Es muss daher bei jeder Nachschärfung darauf gesehen werden, dass die sogenannten Zahnspitzen genau in einer geraden, bezw. kreisförmigen Linie liegen und die Ecken der Zähne über die Seitenflächen genau gleichviel hervorragen. Mangelhafte Schärfe der Sägen verursacht grosse Widerstände, bezw. grossen Aufwand an Betriebskraft und führt Erwärmung des Sägeblattes herbei, wodurch es schlaff wird, bezw. sich wirft. Abweichen der Zahnspitzen von der geraden oder kreisförmigen Zahnspitzenlinie belastet die hervorragenden Zähne zu gunsten der zurückstehenden und zwar leicht im Übermass. Unregelmässigkeiten in dem Mass des Überragens der Sägeflächen seitens der Sägezahnecken geben Veranlassung zum Verlaufen der Säge, d. h. gewaltsamen Abdrängen derselben von der richtigen Bahn, und erzeugen rauhe Schnittflächen.

Das Schärfen der Sägen findet meistens mittels der Feile statt, die man in freier Hand führt, während das Sägeblatt in einer schraubstockartigen Klemme festgehalten wird. Behufs Erzielung gleichmässiger Winkel (insbesondere, wenn man bei Sägen, welche in der Längenrichtung des Holzes schneiden sollen, den Zähnen eine schiefe Brust (I, 412) geben oder die Vorschneidkanten der Trummsägen (I, 413) gut ausbilden will) empfiehlt sich die Benutzung besonderer Feilenführer.[2]) Wo viele Sägen zu schärfen sind, findet man Schmirgelschleifmaschinen im Gebrauch, deren Einrichtung die Gewinnung genauer Winkel erleichtert, während gleichzeitig die Arbeit sehr gefördert wird.

Das Schränken der Zähne geschieht wohl mittels der Klinke oder des Schränkeisens, d. i. eines stählernen ausgeklinkten Werkzeugs, mit welchem man den betreffenden Zahn erfasst und aus der Ebene des Sägeblattes biegt. Man versieht die Klinke wohl mit einer einstellbaren Nase, welche gegen das Sägeblatt stösst, sobald der beabsichtigte Grad der Schränkung erzielt ist, und erwartet, dass hierdurch die Genauigkeit der Schränkung gesichert wird. Allein diese Genauigkeit erfordert auch ein gutes Anschliessen der Klinkenflächen an den Zahn: es soll die Weite der Klinkung nicht grösser sein als nötig ist, um sie über den Zahn zu schieben. Man versieht daher die in Rede stehenden Werkzeuge mit mehreren Schlitzen oder Ausklinkungen von verschiedener Weite, um jederzeit die passendste auswählen zu können, oder macht die Weite des einen Schlitzes einstellbar.[3]) Allein auch hierdurch ist die Genauigkeit der entstehenden Schränkung nicht gesichert. Nach jedem Schärfen der Säge wird letztere geschränkt; die Biegungsstellen des Zahnes einer längere Zeit benutzten Säge liegen daher in einiger Zahl von der Zahnspitze bis zur Zahnwurzel nebeneinander, d. h. der Zahn ist nicht einfach abgebogen, sondern besitzt eine ziemlich regelmässige Krümmung, wie durch Fig. 116 in übertriebener Weise dargestellt worden ist. Der Buchstabe K bezeichnet hier das Schränkwerkzeug. Man sieht aus der Figur, wenn man bedenkt, dass bei der Benutzung der Säge ein Teil ihrer Schränkung verloren geht und selbstverständlich nicht alle Zähne

[1]) D. p. J. 1887, **265**, 293 m. Abb.
[2]) Exner, a. a. O., S. 51 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1875, **217**, 274 m. Abb.; 1877, **224**, 375 m. Abb.; 1884, **251**, 210 m. Abb.

in gleichem Grade zurückgebogen werden, dass das Schränkeisen K, trotz gleicher Neigung gegen das Sägeblatt, nicht gleiche Schränkung der Zähne hervorbringen kann. Dagegen ist diese Genauigkeit zu erreichen, wenn man jeden



Fig. 116.

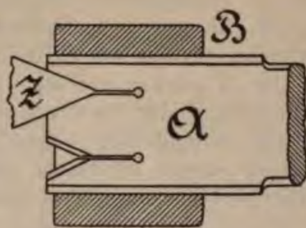


Fig. 117.



Fig. 118.

Zahn vor dem Abbiegen gerade biegt. Das geschieht, indem man den Zahn statt mit der Klinke mit einer kräftig wirkenden Zange ergreift.[1])

Neuerdings werden — namentlich für Band- und Kreissägen — häufig kleine, mehr oder weniger selbstthätig arbeitende Maschinen angewendet, welche sowohl die Schärfung als auch die Schränkung bewirken.[2])

Das **Stauchen der Zähne**, behufs Erzeugens einer Schneidkante, welche die volle Schnittweite ausfüllt (S. 611), ist — wenigstens in Deutschland — viel weniger gebräuchlich als das Schränken. Es bedingt zunächst eine sorgfältige Gestaltung der Sägespitze mittels Feile oder Schleifstein, und zwar derartig, dass der Spitzenwinkel kleiner ist, als er nach dem Stauchen sein soll. Hierauf verwendet man den Staucher, d. h. ein Werkzeug A, Fig. 117, welches mit einer zur Sägespitze passenden spitzwinkligen Kerbe versehen ist. Der Staucher wird auf den vorgerichteten Sägezahn Z gesetzt, mittels einiger Hammerschläge gegen denselben getrieben und wirkt daher — da sein Winkel, wie erwähnt, etwas grösser ist als der Spitzen- oder Schneidwinkel des Sägezahnes — vorwiegend auf die Schneidkante und deren Umgebung. Das Metall kann nur nach beiden Seiten ausweichen, sodass die verlangte Erbreiterung der Zahnspitze eintritt. Diese Breitenstreckung gelingt selbstverständlich besser, wenn die wirkenden Flächen des Stauchers gewölbt sind; man versieht daher den Staucher mit zwei Kerben: einer mit gewölbten Flächen, die zunächst benutzt wird (Fig. 117 unten) und einer mit ebenen Flächen, welche die durch jene hohl gewordenen Zahnspitzenflächen ebnet. Um die Schärfe des Zahnes möglichst zu schonen, hat man für jede Kerbe einen von der Kerbenkante ausgehenden feinen Sägeschnitt angebracht. Dieser würde die Dauerhaftigkeit des Stauchers sehr schädigen, wenn man nicht mittels eines übergeschobenen kräftigen Ringes B, Fig. 117, der Stauchergabelung Stützung gewährte. Dieser Ring bringt nun gleichzeitig eine seitliche Begrenzung der Kerben hervor, sodass die Erbreiterung der Zahnschneide über die Dicke des Stauchers A, bezw. die Weite des Ringes B hinaus nicht stattfinden kann. Die erzielte Zahnspitzengestalt stellt Fig. 118 dar.

Man muss sich nun sowohl nach dem Schärfen als auch nach dem Schränken bezw. Stauchen von der Genauigkeit der stattgefundenen Bearbeitungen überzeugen. Das kann bei geraden Sägen mittels eines Lineals, bei Kreissägen mittels Ablaufenlassens (d. h. Drehen des Sägeblattes und vorsichtiges Nähern eines Kreidestückes) geschehen. Hiervon wird insbesondere Gebrauch gemacht bei der Prüfung der Zahnspitzenlinie. Zum Prüfen des Überragens der Zahnspitzenecken über die Sägeblattfläche ist eine Lehre A, Fig. 119, geeigneter, welche gegen das

[1]) D. p. J. 1882, **244**, 432 m. Abb.; 1885, **256**, 491 m. Abb.; 1887, **264**, 260 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1877, **224**, 551 m. Schaubild; 1880, **235**, 340 m. Abb.; 1881, **242**, 407 m. Abb.; 1885, **256**, 487 m. Abb., **258**, 436 m. Abb.

Sägeblatt *S* gelegt und den Spitzen der Zähne *Z* entlanggeführt wird. Solche aus Blech hergestellte Lehren sind billig genug, um sie in verschiedenen Abmessungen beschaffen zu können. Wenn man die zurückspringende Fläche dieser Leere *A* durch eine Feile, die mit dem Sägeblatt in Berührung tretende Fläche durch drei einstellbare Schrauben ersetzt, so erhält man ein Gerät, welches vortrefflich geeignet ist, kleine Ungenauigkeiten in dem Überragen der Zahnecken ohne Umstände zu beseitigen.



Fig. 119.

Ausführlicheres über die Pflege der Sägen findet man in den unten verzeichneten Quellen.[1]) Hier mag darauf hingewiesen werden, dass die Erhaltung der Zahngestalt erleichtert wird durch das Vorlochen der Zahnlücken (Fig. 120), welches z. B. J. D. Dominicus & Söhne in Remscheid anwenden. Für Bandsägen und besonders rasch sich drehende Kreissägen ist dieses Verfahren allerdings nicht anwendbar.

4) Durch messerartige Werkzeuge in Späne zerlegtes Holz.

A. Die Erzeugung von Spänen aus schlichtem Holz, welche zu Schachteln, Hüten und Geflechten verarbeitet werden, findet heute im wesentlichen noch so statt, wie vor etwa 100 Jahren.[2])

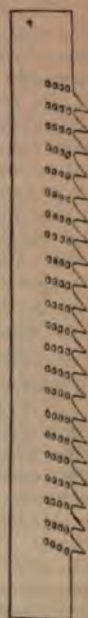


Fig. 120.

Es wird ein grosser Hobel durch Krummzapfen und Lenkstange wagerecht oder senkrecht hin- und hergeschoben und das Holz — welches in einem Rahmen liegt und hierdurch die erforderliche Stützung erfährt — gegen die Hobelsohle gedrückt. Selten lässt man den Hobel durch sein eigenes Gewicht auf den völlig festgelegten Block wirken. Die Arbeitsbewegung findet in der Faserrichtung des Holzes statt.

Die Gefahr des Einreissens des Holzes (I, 390) ist bekanntlich viel geringer, wenn das Messer quer gegen die Holzfaser geführt wird. Und legt man die Schneidkante schräg gegen die Faserrichtung, so wird die entstehende Fläche glatter, als wenn Schneidkante und Fasern gleichlaufend sind (I, 393). Hierdurch und durch den Kunstgriff, das Holz unmittelbar vor seiner Bearbeitung zu dämpfen (S. 574), um es biegsamer zu machen, ist ermöglicht, auch krausgewachsenes Holz, Maserholz (S. 561), in dünne Blätter zu zerlegen.

Das ist offenbar von grossem Vorteil, indem diejenige Holzdicke, welche beim Zersägen in Späne verwandelt wird, erhalten bleibt, sodass aus einer bestimmten Holzdicke eine grosse Zahl Blätter geschnitten werden können (vergl. S. 604). Bei der Furnierhobelmaschine[3]) wird entweder die zu verarbeitende Bohle unter dem Hobel durchgezogen, und letzterer sinkt vor jedem neuen

[1]) Exner, Sägemaschinen, Weimar 1878, Bd. 1, S. 35 m. Abb.
Herm. Fischer, Die Holzsäge, Berlin 1879, S. 34 m. Abb.

[2]) Journal f. Fabrik, Manufaktur u. s. w., Bd. 7 (Leipzig 1794), S. 301 m. Abb.
Krünitz, Ökonomisch-technolog. Encykl., Bd. 117, S. 329.
Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1827, Bd. 11, S. 353.

[3]) D. p. J. 1869, **192**, 17 m. Abb.; 1870, **197**, 207 m. Abb.; 1880, **237**, 356 m. Abb., **238**, 388 m. Abb.; 1887, **265**, 295 m. Abb.
Für Holzfächerblätter: D. p. J. 1876, **221**, 212 m. Abb.

Schnitte um die Dicke des abzuschneidenden Furniers nieder; oder es bewegt sich der Hobel, sei es in wagerechter oder senkrechter Richtung, während das Holz festliegt. Man hat sogar in der Bahn, auf welcher die Bohle sich fortschiebt, ebenfalls ein Hobeleisen angebracht, um zwei Furnierblätter zugleich (eins von der obern, eins von der untern Fläche der Bohle) zu gewinnen. Von einer Furnierhobelmaschine ist folgendes angegeben: Der Hobel bewegt sich wagerecht über die zu zerteilende Bohle hin, welche zu jedem neuen Schnitte um die Dicke eines Furnierblattes gehoben wird. Sein Eisen (ein sogenanntes Doppelhobeleisen) erstreckt sich in schräger Richtung über die Holzfläche, sodass seine Schneide einen Winkel von etwa 80° zu der Bewegungsrichtung bildet, und ist unter 15° gegen die Holzoberfläche geneigt. Die Maschine kann bis zu 2,3 *m* lang und 1,3 *m* breit hobeln. Dabei beträgt die Geschwindigkeit des Hobels durchschnittlich 25 *cm* für 1 Sekunde und wird folglich aus einer z. B. 2 *m* langen, 80 *cm* breiten Bohle ein Blatt von 1,6 *qm* in 8 Sekunden dargestellt. Unter Berücksichtigung der Zeit zum Rückgange des Hobels wird das Erzeugnis einstündiger Arbeit auf wenigstens 200 solcher Blätter anzunehmen sein, deren Dicke gewöhnlich 0,5 *mm* oder etwas weniger beträgt. Nötigenfalls kann man aus 27 *mm* Holzdicke 100 und sogar 150 Blätter schneiden.

Statt dieser Plan-Furnierschneidmaschine zieht man für manche Zwecke die Spiral-Furnierhobelmaschine vor.

Der Holzstamm ist so eingespannt, dass er um seine Längsachse sicher gedreht werden kann. Die Schneide des Messers ist gleichlaufend zu dieser Drehachse gelegt und nähert sich derselben mit gleichförmiger Geschwindigkeit, sodass jederzeit dieselbe Holzdicke abgeschnitten wird; eine Hobelsohle kann demnach hier nicht angewendet werden. Der Span wird spiralförmig abgeschält, bis der Holzblock zu dünn geworden ist, um genügenden Widerstand leisten zu können. Man kann sonach ungemein grosse Furniere erzeugen. Dabei verliert man aber die Möglichkeit, sogenannte symmetrische Zeichnung mittels der Furniere darzustellen.[1]) Der Holzblock macht minutlich etwa 5 Umdrehungen.

Die Spiral-Furnierhobelmaschine wird auch zur Vorbearbeitung der (sog. schwedischen) Zündhölzchen verwendet. Man erzeugt nämlich durch sie dünne Brettchen, welche demnächst in Hölzchen zerlegt werden.[2]) Auch dickere Bretter (angeblich bis zu 25 *mm* Dicke) werden mittels dieser Maschine[3]), wie auch mittels der Planschneidmaschine hergestellt.

Nahe verwandt mit den besprochenen Spanhobelmaschinen ist der Korkstreifenschneider, d. i. ein hin- und hergezogener Hobel mit Sohle, welcher von der festgehaltenen Korkplatte Streifen von der Dicke abschneidet, die dem Abstand der Schneide von der Hobelsohle entspricht.

B. Späne, an deren Regelmässigkeit weniger Ansprüche gemacht werden, erzeugt man seltener durch geradlinig verschobene Messer[4]), häufiger durch solche, welche mit einer Welle kreisen.[5]) Hierher sind auch die Maschinen zur Erzeugung des geschliffenen Holzstoffes zu rechnen.[6]) Die unter B. angeführten finden jedoch keine in den Rahmen dieses Buchteiles passende Weiterverarbeitung, weshalb die Quellenangaben genügen mögen.

---

[1]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1819, Bd. 1 (2. Aufl., 1824, S. 427); 1822, Bd. 3, S. 309 m. Abb. D. p. J. 1869, **192**, 17 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1876, **219**, 35 m. Abb.; 1882, **244**, 407. Z. d. V. d. I. 1877, 270 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1887, **266**, 102 m. Abb.

[4]) Holzwoll-Masch.: D. p. J. 1885, **257**, 177 m. Abb.; 1886, **261**, 313 m. Abb., **262**, 94; 1887, **265**, 57 m. Abb., 297 m. Abb., **266**, 104 m. Abb.; 1888, **267**, 433 m. Abb.

[5]) Farbholzraspeln: D. p. J. 1879, **231**, 377 m. Abb.; 1884, **253**, 267 m. Abb.; 1885, **256**, 526 m. Abb. Bierklärspan-Masch.: D. p. J. 1887, **266**, 106.

[6]) D. p. J. 1865, **175**, 102; 1872, **206**, 87, **229**, 35 m. Abb.; 1881, **240**, 31; 1882, **245**, 60; 1883, **247**, 410, **248**, 279, fast sämtl. m. Abb. Z. d. V. d. I. 1882, 52 m. Abb.; 1885, 760; 1886, 402 m. Abb. Prakt. Masch.-Constr. 1878, 261 m. Abb., 287 m. Abb.

III. Abschnitt.

Ausarbeitung (Gestaltung) des Holzes.

Wie schon aus dem Eingange dieses zweiten Teiles sich ergiebt, ist mit der Überschrift des gegenwärtigen Abschnittes nur der Teil der Holzverarbeitung gemeint, welcher die Darstellung der mannigfaltigsten Körpergestalten aus unverbundenen Holzstücken begreift. Indem hierzu durch die im zweiten Abschnitt beschriebenen Vorbereitungs-Arbeiten der Rohstoff in einer bequemen, aber noch wenig ausgebildeten Gestalt gegeben ist, haben wir also hier die Mittel zu betrachten, durch welche diese Gestalt zu den vielartigen Zwecken des Gebrauches weiter ausgebildet wird. Nach der Natur der Sache zerfallen dieselben in drei Abteilungen, nämlich a. solche zum Festhalten der Arbeitstücke; b. solche zum Abmessen, Einteilen und Linienziehen; c. solche zum Zerteilen, bezw. Gestalten.[1])

Die Mittel zum Festhalten, sowie diejenigen zum Abmessen, Einteilen und Linienziehen sollen hier nur kurz erwähnt werden; diejenigen zum Zerteilen, bezw. Gestalten bedürfen eingehenderer Erörterung.

Unter den Mitteln zum Festhalten (I, 549) spielt, soweit die Handbearbeitung in Frage kommt, die Hobelbank (I, 576) die vornehmste Rolle.[2]) Sie dient nicht allein zum Festhalten des Holzes behufs des Hobelns, wie der Name vermuten lassen könnte, sondern für die mannigfachsten Bearbeitungen des Holzes. Die Fügeböcke (I, 576) oder die Fügelade[3]) haben den Zweck, lange Bretter auf hoher Kante liegend aufzunehmen, um die Fugenflächen, bezw. Nut und Feder (I, 393) auszubilden. Hierzu eignet sich zwar auch die Hobelbank; allein die Fügelade (welche aus zwei die Klemmvorrichtungen enthaltenden Böcken und einem diese verbindenden Brett besteht), ist mindestens ebenso zweckmässig, dabei erheblich billiger und leicht von Ort zu Ort zu schaffen.

---

[1]) Vollständiges Handbuch der neuesten englischen Werkzeuglehre. Von C. Hartmann. I. Band, Werkzeuge der Holzarbeiter. Weimar 1849. (178. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). Die Maschinen zur Bearbeitung des Holzes. Von R. Schmidt. Leipzig 1861. Desselben Werkes zweite Sammlung, Leipzig 1870. Die Werkzeuge und Maschinen zur Holzbearbeitung; von C. Pfaff und W. F. Exner, Weimar 1883.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 476 m. Abb.

[3]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 490 m. Abb. D. p. J. 1845, 97, 173 m. Abb.

Die Schnitzbank[1]), Ziehbank (I, 568) wird von Böttchern und Wagnern hauptsächlich beim Gebrauch des Ziehmessers (I, 388) zum Festhalten des Werkstückes benutzt. Sie besteht aus einer langen, vierbeinigen Bank, an welcher eine kräftige, durch den Fuss des auf der Bank sitzenden Arbeiters zu bedienende Zange angebracht ist.

Die Schraubstöcke (I, 571) finden für Holzbearbeitung wenig Verwendung, um so mehr die Zwingen (Leimzwingen), Pressen und Schraubknechte. Zwingen (I, 577) sind hufeisenförmige Bügel, bei denen je ein Horn sich gegen das Holz oder eine Beilage (I, 564) legt, während das andere eine Schraube enthält, deren entsprechend ausgerüstetes Ende auf die entgegengesetzte Seite des Holzes drückt. Unter dem Worte Schraubknecht versteht man eine Zwinge, bei welcher die Entfernung zwischen den beiden Hörnern sehr gross (z. B. zur Aufnahme mehrerer Brettbreiten geeignet) ist. Die Presse ist ein rechteckiger Rahmen, in dessen einer Seite sich mehrere Schrauben befinden.

Zum Abmessen dienen die gewöhnlichen hölzernen Massstäbe (I, 6), seltener Zirkel (I, 12) oder Taster (I, 30). Winkel misst man mittels der Schmiege (I, 70) und dem Winkelhaken (I, 58), die Lage im Raum mittels des Lotes (I, 60), der Wasserwage (I, 61) und der Setzwage (I, 63).

Linien zeichnet man mittels Schnurschlags (I, 662), mittels des Bleistifts oder der Reissnadel (I, 659), welche dem Richtscheit (I, 660) oder einer Lehre entlanggeführt werden, soweit letztere nicht in dem Schenkel eines Zirkels stecken, um durch sie Kreisbogen zu zeichnen. Zum Vorzeichnen der häufig vorkommenden, zu einer Kante gleichlaufenden Linie benutzt man das Streichmass (I, 663).

Die Gestaltung des Holzes wird entweder bewirkt durch weitere Zerlegung desselben, bezw. durch Spanabheben oder durch Biegen und Presssen.

1. Gestaltung des Holzes durch Schneidwerkzeuge.

1) Axt, Beil, Dächsel (I, 386). Axt und Beil sind zwei einander nahe verwandte Werkzeuge; sie unterscheiden sich dadurch, dass: die Axt zum Spalten des Holzes und zum Behauen aus dem Groben, dagegen das Beil vorzüglich zum Reinbehauen gebraucht wird; die Axt grösser, aber an der Schneide schmäler und mit einem längeren Stiele versehen ist, als das Beil; die Axt von beiden Seiten der Schneide zugeschärft ist, das Beil aber nur eine Zuschärfungsfläche hat, wodurch bei der ersteren die Schneide in die Mitte der Dicke, bei dem letzteren an eine der Seitenflächen zu liegen kommt. Übrigens sind die Benennungen der Hauptteile bei beiden Werkzeugen übereinstimmend. Der hohle Teil, in welchem der Stiel (Helm) steckt, wird das Öhr oder die Haube, auch das Haus, dessen hinterste Fläche, welche gewöhnlich verstählt ist, die Platte, der Nacken genannt.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1837, Bd. 8, S. 567 m. Abb.

III. Abschnitt.

Ausarbeitung (Gestaltung) des Holzes.

Wie schon aus dem Eingange dieses zweiten Teiles sich ergiebt, ist mit der Überschrift des gegenwärtigen Abschnittes nur der Teil der Holzverarbeitung gemeint, welcher die Darstellung der mannigfaltigsten Körpergestalten aus unverbundenen Holzstücken begreift. Indem hierzu durch die im zweiten Abschnitt beschriebenen Vorbereitungs-Arbeiten der Rohstoff in einer bequemen, aber noch wenig ausgebildeten Gestalt gegeben ist, haben wir also hier die Mittel zu betrachten, durch welche diese Gestalt zu den vielartigen Zwecken des Gebrauches weiter ausgebildet wird. Nach der Natur der Sache zerfallen dieselben in drei Abteilungen, nämlich a. solche zum Festhalten der Arbeitstücke; b. solche zum Abmessen, Einteilen und Linienziehen; c. solche zum Zerteilen, bezw. Gestalten.[1])

Die Mittel zum Festhalten, sowie diejenigen zum Abmessen, Einteilen und Linienziehen sollen hier nur kurz erwähnt werden; diejenigen zum Zerteilen, bezw. Gestalten bedürfen eingehenderer Erörterung.

Unter den Mitteln zum Festhalten (I, 549) spielt, soweit die Handbearbeitung in Frage kommt, die Hobelbank (I, 576) die vornehmste Rolle.[2]) Sie dient nicht allein zum Festhalten des Holzes behufs des Hobelns, wie der Name vermuten lassen könnte, sondern für die mannigfachsten Bearbeitungen des Holzes. Die Fügeböcke (I, 576) oder die Fügelade[3]) haben den Zweck, lange Bretter auf hoher Kante liegend aufzunehmen, um die Fugenflächen, bezw. Nut und Feder (I, 393) auszubilden. Hierzu eignet sich zwar auch die Hobelbank; allein die Fügelade (welche aus zwei die Klemmvorrichtungen enthaltenden Böcken und einem diese verbindenden Brett besteht), ist mindestens ebenso zweckmässig, dabei erheblich billiger und leicht von Ort zu Ort zu schaffen.

---

[1]) Vollständiges Handbuch der neuesten englischen Werkzeuglehre. Von C. Hartmann. I. Band, Werkzeuge der Holzarbeiter. Weimar 1849. (178. Bd. des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). Die Maschinen zur Bearbeitung des Holzes. Von R. Schmidt. Leipzig 1861. Desselben Werkes zweite Sammlung, Leipzig 1870. Die Werkzeuge und Maschinen zur Holzbearbeitung; von C. Pfaff und W. F. Exner, Weimar 1883.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 476 m. Abb.

[3]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 490 m. Abb.
D. p. J. 1845, **97**, 173 m. Abb.

b. Für Wagner (Stellmacher): Das Richtbeil, Rundbeil, die Rundhacke, mit 30 *cm* langer, stark bogenförmiger Schneide, und 45 *cm* langem Stiel. Die Stockhacke, das Stockbeil, ein kleines Beil mit wenig gekrümmter Schneide. Die Spitzhacke, gross und dünn; die Schneide nach dem Stiele zu in Viertelkreisform gerundet, in der entgegengesetzten Richtung gerade und zu einer langen Spitze auslaufend. Das Felgenbeil, von beiden Seiten zugeschärft, an der Schneide 15 bis 17 *cm* breit, der Stiel 37 *cm* lang.

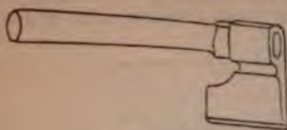


Fig. 123.

c. Für Böttcher[1]): Das Breitbeil, Lenkbeil, die Breithacke, Binderbarte, 27 *cm* (in der Richtung der Schneide) lang, 12 *cm* breit, dünn im Blatte; Schneide bogenförmig; der Stiel 45 bis 60 *cm* lang. Das Segerz (in Ungarn und Österreich gebräuchlich), mit stärker gekrümmter, 20 bis 25 *cm* langer Schneide, und in der dem Stiel entgegengesetzten Richtung spitz auslaufend. Dieses und das vorige dienen zum Behauen der Fassstäbe und zu ähnlichen Arbeiten. Das Handbeil nach englicher Art, mit 17 *cm* langer, wenig bogenförmiger Schneide und 40 *cm* langem Stiele; zu kleineren Arbeiten. Das deutsche Handbeil, in der Nähe der Schneide 15 *cm* breit (gleichlaufend mit dem Stiele gemessen), der Stiel 37 *cm* lang. Die Schneide bildet nach der Stielseite hin einen starken Bogen, wie ein Viertelkreis, läuft aber weiterhin ziemlich gerade bis an das dem Stiele entgegengesetzte Ende, wo das Blatt rechtwinklig gegen den Stiel abgeschnitten ist. Die Kliebhacke, zweiseitig zugeschärft, 15 *cm* an der Schneide breit, mit 45 *cm* langem Stiele; zum Spalten kleiner Holzstücke. Die Spitzhacke, ähnlich dem gleichnamigen Werkzeuge der Wagner, aber kleiner. Das Bindmesser, viel mehr eine Art Hackmesser, als ein eigentliches Beil, aber gleich einem solchen einseitig zugeschärft.

d. Für Tischler: Das Schreinerbeil, Tischlerbeil, mit dem Handbeile der deutschen Böttcher (s. oben) übereinstimmend. Das Handbeil, die Tischlerhacke mit 15 bis 17 *cm* messender, wenig gekrümmter Schneide und 40 *cm* langem Stiele. Die Drechsler bedienen sich dieses Werkzeuges ebenfalls.

Beile und Äxte müssen gut verstählt, gehärtet und bis zur violetten oder blauen Farbe angelassen sein. Bei den zweiseitig angeschliffenen ist der Stahl in die Mitte des Eisens eingeschweisst; bei den nur von einer Seite geschärften liegt er als eine dünne Platte aussen auf jener Fläche, welche nicht abgeschrägt ist. Die Befestigung des Stieles verdient Aufmerksamkeit. Am besten ist es, wenn das Öhr nach der Seite hin, wo der Stiel nicht heraustritt, sich etwas erweitert. Man treibt das gehörig passend gemachte, zapfenartig abgesetzte Ende des Stieles mit Gewalt ein, spaltet dasselbe auf, füllt den Spalt mit einem hineingeschlagenen Keile von hartem Holze, schneidet den hervorragenden Teil des Stieles und des Keiles etwa 2 *mm* weit vor dem Öhre ab, und staucht ihn durch Hammerschläge so zusammen, dass er mit dem Eisen eben wird. Die Stiele werden aus Eschen- oder Weissbuchenholz gemacht; krumme arbeitet man am besten aus krummgewachsenem Holze; sonst biegt man sie nass am Feuer; am wenigsten günstig für die Dauerhaftigkeit ist es, die Krümmung aus geradem Holze durch Behauen und Zuschneiden zu bilden.

Unter dem Namen Texel, Dächsel, Haue, Krummhaue[2]) gebrauchen mehrere Holzarbeiter ein beilartiges Werkzeug, um hohle Flächen (wie die innere Seite der Fassdauben, der Radfelgen, Wasserrinnen u. s. w.) zu behauen, wie auch um auf ebenen Flächen zu arbeiten, welche wegen ihrer wagerechten Lage die bequeme Anwendung des Beiles nicht gestatten. Das eigentümliche des Dächsels, Fig. 124, besteht darin, dass das Blatt quer gegen den Stiel gestellt ist. Die Zuschärfungsfläche der Schneide liegt auf der inneren (dem Stiele zugewendeten) Seite. Übrigens unterscheidet man gerade und krumme Dächsel:

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 563, 614, 622, m. Abb.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 571, Bd. 18, S. 308 m. Abb.

bei ersteren ist das Blatt flach und nur etwas gegen den Stiel hinabgebogen, die Schneide fast gerade; bei den letzteren ist es nicht nur stärker nach dem Stiele zu gekrümmt, sondern auch der Breite nach gewölbt und die Schneide noch überdies dergestalt bogenförmig, dass die Endpunkte, mit der Mitte verglichen, zurückgezogen erscheinen. Oft erstreckt sich über die Haube hinaus eine Verlängerung des Blattes, welche die Gestalt eines Hammers mit flacher viereckiger Bahn hat und als solcher gebraucht wird.


Fig. 124.

Der gerade Dächsel der deutschen Böttcher hat gewöhnlich eine 6 *cm* breite Schneide, einen 30 *cm* langen Stiel und den erwähnten Hammer. Unter den englischen Böttcher-Werkzeugen befinden sich folgende Dächsel-Arten: 1) Gerader Dächsel, Krummhaue, Schneide 6 *cm*, Stiel 32 *cm*; 2) Krummer Dächsel, Mollenhaue, Schneide 12 *cm*, Stiel 34 *cm*; 3) Gerader Dächsel mit Hammer, Schneide 7 *cm*, Stiel 34 *cm*; 4) Krummer Dächsel mit Hammer, Schneide 10 *cm*, Stiel 40 *cm*. — Der Felgendächsel der Wagner ist ein gerader, an der Schneide 10 *cm* breiter, mit 34 *cm* langem Stiele. — Die Zimmerleute gebrauchen, ausser den gewöhnlichen geraden und krummen Dächseln, einen Gerinne-Dächsel, dessen Schneide 8 *cm* misst und die Gestalt der Figur ⌐ hat, wenn man sich die beiden Winkel abgerundet vorstellt; der Stiel ist 50 *cm* lang. Um auf der Erde liegendes Holz (z. B. Eisenbahnschwellen) im Stehen zu bearbeiten, giebt man dem Dächsel einen Stiel von etwa 80 *cm* Länge.

2) Messer. Zum Abschneiden, Zerspalten und Zuschneiden kleiner Holzbestandteile, zur Bildung von Einschnitten, ja zum Glätten und Zurichten selbst grösserer Oberflächen, die nicht eben sind, werden verschiedene Messerarten gebraucht. Dieselben werden nicht, wie Axt, Beil und Texel, durch Wirkung eines Schlages, sondern durch den unmittelbar von der Hand ausgeübten Druck zum Eindringen gebracht, daher sie bei verhältnismässig langer Schneide nur geringe Masse haben. Es giebt Werkzeuge (Schlagschnitzer), welche bald wie ein Beil, bald wie ein Messer gebraucht werden, daher den Übergang von der einen zur anderen Werkzeuggruppe darstellen. Das einfachste aller Messer ist der Schnitzer (I, 375), welcher von Tischlern [1]), Böttchern [2]), Korbmachern u. s. w. angewendet wird.

Bei den gewöhnlichen Schnitzern der Böttcher ist die Klinge 10 bis 13 *cm* lang, etwa 25 *mm* breit, zugespitzt und wird in einem 10 bis 12 *cm* langen, mit der Hand zu umfassenden Hefte befestigt; die Schneide bildet eine gerade oder leicht nach auswärts gekrümmte Linie. Auch der gewöhnliche Korbmacher-Schnitzer [3]) hat ein kurzes Heft und unterscheidet sich von dem vorigen vorzüglich durch die etwas geringere Dicke; seine Schneide ist immer geradlinig, das Ende der Klinge entweder in eine scharfe Spitze auslaufend oder auch stumpf abgeschnitten. Ausserdem gebrauchen die Korbmacher oft einen ganz kurzen Schnitzer mit stark bogenförmiger Schneide, um auf der Hohl-Innenfläche der Körbe hervorragende Weidenruten-Enden wegzunehmen. Der Tischler-Schnitzer (den man fast nur anwendet, um Linien quer über die Fasern in das Holz einzuschneiden, Fig. 125), wird mit einem 50 *cm* langen, oben zum bequemen Auflegen auf die Achsel gebogenen Stiele versehen; die Klinge ist 10 *cm* lang,

[1]) Polyt. Mitteilungen, Bd. 3, S. 10 m. Abb.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 606 m. Abb.
[3]) Polyt. Mitteilungen, Bd. 3, S. 9 m. Abb.

2 oder 3 *cm* breit, hat einen ziemlich dicken Rücken und eine in scharfe Spitze ausgehende Schneide. Es bezeichnet in der Figur *C* die Klinge, *A* das Werkstück und *B* die Tiefe, um welche das Messer in das Holz eindringt. Die Grundrissfigur stellt, ausser der gebildeten Schnittfurche, einen Querschnitt der Klinge in Höhe der Werkstückoberfläche dar.

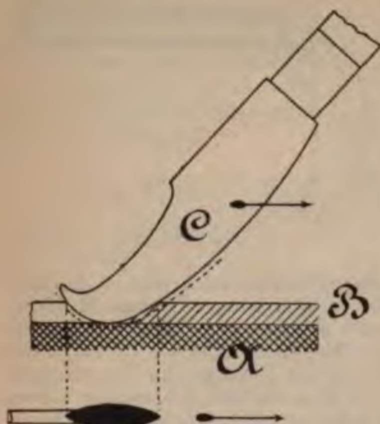
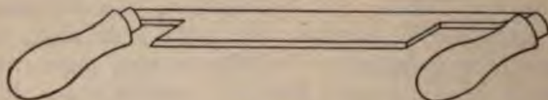


Fig. 125.

Zum Beschneiden des Holzes auf der Schnitzbank (S. 632) hat man in den Werkstätten der Böttcher, Wagner u. s. w. die bekannten, mit zwei Handgriffen versehenen Schnittmesser, Reifmesser, Ziehmesser (I, 388)[1]), welche einseitig zugeschärft, etwa 5 *cm* breit, an der Schneide 23 bis 40 *cm* lang sind.

Sie sind entweder gerade (Geradeisen, Fig. 126), zur Bearbeitung ebener und gewölbter Flächen; oder gebogen (Krummeisen), zum Gebrauch auf hohlen Flächen; in England kommen bei den Böttchern Ziehmesser vor, deren Klinge zum Teil gerade, zum Teil krumm ist, also beide eben genannte Arten in sich vereinigt. Den Krummeisen ähnlich,


Fig. 126.

aber kleiner und viel stärker gebogen, sind die Schaber, Rundschaber, zum Glattschaben kleiner Böttcherarbeiten im Innern.[2]) Zu den Ziehmessern gehört auch das Stöckchenmesser der Wagner, welches zwischen seinen zwei Griffen statt der Klinge bloss einen Eisenstab enthält, in welchem quer (ungefähr gleichlaufend zu den Griffen) ein nur 3 bis 5 *cm* breites Messer (Stöckchen) mittels seiner Angel und einer Druckschraube befestigt wird. Man kann hiermit in schmalen Räumen arbeiten und, wenn man ein Messer mit bogenförmig ausgeschweifter Schneide (einen sogenannten Stab) einsetzt, auch die Rundungen von Leistenwerk beschneiden oder abschaben.

Man gebraucht auch zum Schnitzen und Beschneiden des Holzes (z. B. um ihm zum Einspannen in der Drehbank die rohe Gestalt zu geben, sowie bei Verfertigung der Schuhleisten, grösseren Kinderspielzeuges u. s. w.) ein Schnitzmesser mit langem eisernen Griffe, welches an dem diesem Griffe entgegengesetzten, über die Schneide hinaus verlängerten Ende einen Haken bildet, um mittels desselben in einen auf der Werkbank angebrachten Ring eingehängt zu werden, wodurch ein Drehpunkt für die auf- und niedergehende Bewegung entsteht.[3]) Ein ähnliches Messer mit 30 bis 34 *cm* langer Schneide wird in Senkrechtführungen angebracht, um eine genauere Bewegung zu erhalten. Wird das Holz eine Stunde lang in Wasser gekocht oder stark mit Wasserdampf

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 568 u. S. 615, m. Abb.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 619 m. Abb.
[3]) Holtzapffel, Turning and mech. man., Bd. 1, S. 26.

getränkt, so offenbart es in noch heissem Zustande einen hohen, das Schneiden mit dem Messer sehr erleichternden Grad von Weichheit und Geschmeidigkeit (S. 574). Birken-, Erlenholz u. s. w. können, auf diese Weise vorbereitet, mit erstaunlicher Schnelligkeit der Länge nach in 10 bis 15 *cm* breite Blätter geschnitten werden, welche man dann dicht zusammengepresst trocknen lässt, damit sie sich nicht werfen. Ja selbst quer durch die Fasern geht unter den gedachten Umständen das Zerschneiden mit dem Messer so gut ohne Bruch von statten, dass man aus abgedrehten und in der Achse durchbohrten Walzen von 2 bis 5 *cm* Durchmesser 6 bis 8 *mm* dicke Scheiben schneidet, welche als Räder an kleinen Kinderwagen gebraucht werden.

Um Zeichnungen (zu Druckformen) in Holz zu schneiden, dient eine kleine, scharfspitzig zugeschliffene Messerklinge, welche in ein 17 *cm* langes Heft so gefasst ist, dass nur die Spitze hervorragt, die Klinge aber nach und nach herausgezogen werden kann, in dem Masse, wie das Nachschleifen es erfordert.

Endlich ist unter den messerartigen Werkzeugen noch das bei den Tischlern gebräuchliche Schneidmodell (I, 664) anzuführen, womit gerade Schnitte ins Holz gemacht oder von dünnen Holzblättern gleichbreite Stücke (z. B. zu eingelegter Arbeit) abgeschnitten werden. Es hat völlig die Gestalt eines einfachen Streichmasses (S. 632), und wird wie dieses gebraucht: nur ist statt der Spitze ein kleines sehr scharfes Messer angebracht, sodass dieses Werkzeug einen Schnitt macht, wo das Streichmass nur eine Linie zieht.

3) Grabstichel. Einige Arten derselben (besonders der rautenförmige oder hohe Grabstichel, der Messerzeiger, der Rundstichel u. s. w., S. 291) werden bei der Ausarbeitung feiner Holzschnitte, die zum Abdruck in der Buchdruckerpresse bestimmt sind, angewendet.

4) Stemm- und Stechzeug (Eisen, Beitel, I, 387, 388).[1]) Hierunter werden Werkzeuge zusammengefasst, welchen man füglich den (freilich in der Kunstsprache nicht gangbaren) gemeinschaftlichen Namen Holzmeissel geben könnte, weil sie in der That für die Bearbeitung des Holzes das sind, was die Meissel (S. 290) bei den Metallarbeiten. Die Hauptzwecke, zu welchen Holzmeissel angewendet werden, sind: das Wegnehmen kleiner Holzteile an Stellen, welche man mit der Säge, dem Hobel u. s. w. nicht oder wenigstens nicht so schnell, nicht so sicher und genau erreichen kann; die Bildung von Einschnitten, Ausarbeitung mannigfaltiger Vertiefungen und Löcher (z. B. Zapfenlöcher bei Holzverbindungen); die Verfertigung geschnitzter Verzierungen u. s. f. Die Zimmerleute, Wagner, Tischler, Bildhauer, Büchsenschäfter, Formschneider zählen Holzmeissel verschiedener Art zu ihren unentbehrlichsten Werkzeugen. Im allgemeinen bestehen dieselben aus einer angestählten eisernen (seltener ganz stählernen) Klinge, welche an einem Ende zu einer querstehenden Schneide geschliffen ist, mit dem anderen fast immer an oder in einem hölzernen Hefte so befestigt wird, dass dieses und die Klinge in einer Linie liegen. Das Eindringen in das Holz wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich entweder bloss durch den Druck der Hand (Stechen), oder durch Schlagen mit einem grossen Hammer (Schlägel, Klöpfel) aus hartem, z. B. Buchsbaum- oder Weissbuchen-Holze, von verschiedener Gestalt und Grösse (Stemmen).

Das Heft macht man gewöhnlich sechs- oder achtkantig, auch flach (mit zwei bauchig gerundeten breiten Seiten), damit es fest in der Hand liegt, ohne

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 2, S. 172, Bd. 9, S. 554, m. Abb.

sich drehen zu können; nur die kleinen Eisen der Formschneider (Modellstecher) bekommen runde, denen der Grabstichel (S. 291) ähnliche, jedoch niemals abgeplattete Hefte. Die Eisen, mit welchen das Holz weggestochen wird (jedenfalls nur die kleineren und dünnschneidigen) erhalten eine spitzige Angel, welche ohne weitere Vorkehrung in ein Loch des Heftes eingesteckt wird. Jene, die zum Wegstemmen der Holzteile dienen, müssen (was allerdings auch bei den ersteren sehr zweckmässig ist) zwischen Angel und Klinge einen scheibenartigen Ansatz haben, der sich vor dem Loche des Heftes gegen letzteres stützt und so das Aufspalten desselben, durch gewaltsames Eindringen des Eisens, verhindert. Die grössten der hierher gehörigen Werkzeuge (für Zimmerleute) versieht man statt der Angel mit einem trichterartigen Rohre, in welches das Heft eingeschoben wird; um das entgegengesetzte (unmittelbar vom Hammer getroffene) Ende des Heftes wird dann ein eiserner Ring gelegt: durch dieses Mittel ist dem Spalten besser vorgebeugt. Nur einzelne Arten von Eisen werden ohne Heft gebraucht, indem man unmittelbar auf den stumpfen eisernen Stiel, welcher statt der Angel an denselben ausgebildet ist, mit dem Hammer schlägt. — Der Schlägel kann aus Eisen oder Messing gegossen und auf den Schlagflächen mit eingesetzten, also beliebig zu erneuernden Holzstücken versehen werden, wodurch er dauerhafter und bequemer (nämlich bei dem erforderlichen Gewichte kleiner) ist.

Die Grösse der Eisen ist nach der Feinheit der Arbeit, zu welcher sie bestimmt sind, verschieden. Ihre Länge, obwohl sehr ungleich (ohne die Angel und das Heft meist zwischen 12 und 23 *cm*, bei dem Formschneider-Eisen sogar nur 8 *cm*), unterliegt dennoch geringeren Abweichungen als die Breite, welche letztere zugleich das Mass der schneidenden Kante ausdrückt. Die breitesten Eisen sind, der Regel nach, auch die längsten. Jeder Holzarbeiter, welcher sich der Eisen bedient, muss von jeder der Gestalt nach verschiedenen Gattung einen Satz (z. B. 6 bis 12 Stück) in den erforderlichen Abstufungen der Breite vorrätig haben. Die Verschiedenheiten der Gestalt beziehen sich auf die Schneide (ob dieselbe geradlinig, winklig oder krummlinig); auf die Art ihrer Zuschärfung (ob einseitig oder zweiseitig); auf ihre Stellung (ob rechtwinklig oder schief gegen die Achse des Werkzeuges).

Die einzelnen Arten sind folgende:

a. Mit gerader, einseitig zugeschärfter Schneide:

Der Stechbeitel ist 3 bis 50 *mm* und zuweilen bis 75 *mm* breit, seine Schneide rechtwinklig gegen die Achse des Werkzeuges; die Zuschärfungsfläche bildet mit der gegenüberstehenden, nicht abgeschärften Fläche einen Winkel von 18 bis 30 Grad.

Man unterscheidet starke Stechbeitel; ferner dünne Stechbeitel, bei gleicher Breite dünner und länger als die vorigen; Zimmermanns-Stechbeitel, länger und dicker; Rohr-Stechbeitel, sehr stark und in eine rohrartige Hülse endigend, worin das Heft steckt (s. oben).

Die Flacheisen der Formschneider sind kurze, nur 1,5 bis 6 *mm* breite Stechbeitel.

Der Lochbeitel unterscheidet sich vom Stechbeitel durch sehr viel grössere, die Breite oft bedeutend übertreffende Dicke; ist 1,5 bis 25 *mm* breit; Zuschärfungswinkel 25 bis 35 Grad; dient zum Ausstemmen der Zapfenlöcher und anderer Vertiefungen, wobei man, um die Arbeit zu fördern, starke Späne nimmt.

Die Kantbeitel, eine Art langer und starker Stechbeitel für Wagner, haben auf der Seite, wo die Zuschärfung liegt, der ganzen Länge nach in der Mitte eine niedrige Rippe, sodass der Querschnitt ein gedrücktes Fünfeck ist. Sie werden dadurch zum Ausstemmen enger und tiefer Löcher tauglich, in welchen die Lochbeitel ihrer grossen Dicke wegen nicht anwendbar sind.

Die Stossaxt der Zimmerleute dient zum Glätten kleinerer Holzflächen, z. B. zum Ausputzen der Zapfen und Zapfenlöcher; sie ist der Zimmeraxt ähnlich, aber 50 *cm* lang, 6 *cm* breit. Die einseitige Zuschärfung der Stossaxt ist ausser der zur Haube gleichlaufenden Schneide noch etwa 11 *cm* weit längs der anstossenden Ränder fortgeführt. Ein Stiel wird nicht gebraucht; man erfasst

die 15 *cm* lange Haube unmittelbar mit der Hand und schiebt das Werkzeug gegen das Werkstück.

b. Mit gerader, zweiseitig zugeschärfter Schneide:

Das Stemmeisen, dem Stechbeitel — bis auf die eben erwähnte Art der Zuschärfung — gleichend; 12 bis 36 *mm* breit; dünn in der Klinge. Gewöhnlich wird die Zuschärfung durch eine allmähliche, bogenförmig zulaufende Verdünnung der Klinge gebildet, oft aber auch durch eine deutlich erkennbare gerade Fläche auf jeder Seite. — Bei den Bildhauern führt dieses Werkzeug den Namen Flacheisen und kommt in 2 bis 25 *mm* Breite vor; sowohl gerade (wie die Stemmeisen der Tischler), als am Ende aufwärts gebogen (aufgeworfene Flacheisen) zum Ausarbeiten von Vertiefungen.

Die Formschneider gebrauchen zweierlei hierher gehörige Werkzeuge, nämlich Schlageisen und Grundeisen. Die ersteren sind kurz, gewöhnlich 3 bis 6 *mm* breit und ohne Heft; man stellt sie senkrecht auf das Holz und treibt sie mit dem Hammer ein, um schmale Furchen zu erzeugen, in welche nachher Messingblechstreifen als Bestandteile gewisser Druckformen eingesetzt werden. — Die Grundeisen, Feltireisen dienen zum Ebnen des vertieften Grundes zwischen den erhaben in Holz geschnittenen Figuren und haben deshalb die Gestalt einer kleinen (1,5 bis 6 *mm* breiten) flachen Schaufel, welche an einem oberwärts gekröpften Stiele sitzt. Die englischen Grundeisen sind nur einseitig (nämlich von obenher) zugeschärft, was darum besser zu sein scheint, weil eine ganz ebene Fläche des Werkzeuges den im Holze auszuarbeitenden Grund berührt, letzterer mithin leichter schön und glatt zu machen ist.

Das Balleisen ist von dem mit rundlichen Flächen zugeschärften Stemmeisen durch die Stellung der Schneide verschieden, welche schief steht, sodass sie mit der Achse des Werkzeuges einen Winkel von 60 bis 70 Grad bildet. Hierdurch entstehen an den Endpunkten der Schneide zwei verschiedene Ecken, von welchen die eine stumpfwinklig, die andere spitzwinklig ist. Indem man letztere immer zuerst auf das Holz wirken lässt, werden nicht nur hervorstehende Teile mit ungemeiner Leichtigkeit abgeschnitten, sondern man gelangt auch bequem in winklige Vertiefungen der Arbeitstücke, wohin oft ein Stemmeisen nicht eingebracht werden könnte.

c. Mit zwei Schneiden, von denen die eine zweiseitig, die andere einseitig zugeschliffen ist:

Das Anschlageisen (Kreuzmeissel), Fig. 127, besteht aus einem 13 bis 15 *cm* langen Stäbchen, an dessen Enden sich zwei rechtwinklige etwa 3 *cm* lange Abbiegungen in entgegengesetzter Richtung befinden, sodass das Werkzeug eine gewisse Ähnlichkeit mit einem langgezogenen **Z** hat. Die Schneiden sind an den Enden dieser Abbiegungen ausgebildet. Die einseitig zugeschliffene, 6 bis 12 *mm* breite Schneide liegt winkelrecht zu dem beide Schneiden verbindenden Stiel, die etwas längere, zweiseitig zugeschliffeneSchneide gleichlaufend zum Stiel; erstere dient beim Anschlagen der Schlösser u. s. w. zum Quertrennen des Holzes, wie der Lochbeitel, letztere zum Berichtigen der Seitenflächen der Vertiefungen, welche zur Aufnahme der Beschlagteile bestimmt sind.



Fig. 127.

Die Queraxt ist bestimmt zum Aushauen der Zapfenlöcher; hammerähnlich gestaltet, nämlich so, dass das Blatt oder Eisen über beide Seiten des Stieles gleichweit vorragt; 50 *cm* lang, an jedem Ende mit einer Schneide versehen, wovon die eine dünn, zweiseitig zugeschärft, 4 *cm* breit und gleichlaufend zum Stiele gestellt ist, die andere, viel dickere, nur von aussen (von der dem Stiele entgegengesetzten Seite her) eine Abschrägung hat, nur 25 *mm* misst und quer gegen den Stiel steht. Der Stiel ist 90 *cm* lang.

d) Mit bogen- oder winkelförmiger Schneide: Alle hierher gehörigen Werkzeuge mit bogenförmiger Schneide, die zum Ausarbeiten rinnenartiger

Vertiefungen und mancher anderer Höhlungen unentbehrlich sind, führen den Namen Hohleisen. Die Klinge hat eine rinnenartige Gestalt und ist am Ende von aussen her (oft auch noch überdies, jedoch weniger, von innen heraus) zugeschärft. Die Krümmung der Schneide ist in der Regel von der Art, dass — das Werkzeug senkrecht auf eine Fläche gestellt — alle Punkte derselben (nur nicht die abgerundeten Ecken) gleichzeitig die Fläche berühren. Eine Ausnahme hiervon machen die Hohleisen der Zimmerleute, welche so geschliffen sind, dass die Schneide doppelt gekrümmt ist: einmal nach der hohlen Gestalt der Klinge, und dann so, dass ihre Mitte viel weiter voraus steht, als die Seiten. Hieraus folgt, dass die Schneide nur nach und nach in das Holz eindringt, was beim Wegstemmen dicker Teile erleichternd wirkt.

Je nachdem die Aushöhlung der Klinge (mithin der davon abhängende Bogen der Schneide) ein grösserer oder geringerer Teil des Kreises ist, unterscheidet man eigentliche Hohleisen und flache Hohleisen oder Hohlflacheisen. Man wendet indes auch zahlreichere Abstufungen hinsichtlich der Bogengrösse der Schneide an, z. B. flach: 25 bis 50°, halbflach: 70 bis 90°, halbtief: 100 bis 130°, tief: 150 bis 180°. In einem anderen Satze, bestehend aus 6 mit Buchstaben benannten Abstufungen, wurden folgende Bogengrössen angetroffen: *A* 22—53 Grad, *B* 46—70, *C* 61—80, *D* 84—91, *E* 99—106, *F* 117—130 Grad.

Die Breite der Hohleisen geht von 3 bis 50 und selbt 60 *mm*; ganz kleine, bis zu 1 *mm* Breite herab, sind bei den Formschneidern gebräuchlich. Übrigens unterscheidet man: gerade Hohleisen, wie die der Tischler jederzeit sind; krumme oder gebogene Hohleisen, die in der Länge einen leichten Bogen nach unten (d. h. nach der äusseren Seite) hin bilden, für Bildhauer u. s. w., um auf vertieften Flächen zu arbeiten; aufgeworfene Hohleisen, nur am Ende löffelartig aufgebogen, um damit in tiefere Höhlungen zu gelangen; und übergeworfene Hohleisen mit abwärts gekrümmtem Ende, zum Beschneiden gewölbter Rundungen und einwärts laufender Abschrägungen; beide letzteren Arten ebenfalls für Bildhauer. Die geraden Hohleisen (insbesondere die kleinen) werden von den Bildhauern gewöhnlich Hohlbohrer genannt, weil man mit denselben Löcher macht, indem man sie auf das Holz senkrecht aufsetzt, niederdrückt und umdreht.

Der Geisfuss hat zwei gleichlange geradlinige (selten schwach bogenförmige), unter einem Winkel von 45, 60 oder 90 Grad zusammenstossende Schneiden, und eignet sich dadurch trefflich zum Reinausstechen einspringender Ecken. Eines etwas grossen rechtwinkligen Geisfusses (Gehreisen) kann man sich bedienen, um durch Einschlagen seiner Schneide auf kleinen Gegenständen schnell die Gehrung anzuzeichnen. Sonst machen die Tischler selten Gebrauch von den Geisfüssen, die dagegen bei den Bildhauern zu den unentbehrlichsten Werkzeugen gehören, teils bloss von aussen, teils von innen und aussen zugleich zugeschärft sind und von verschiedener Grösse (jede einzelne Schneide 3 bis 18 *mm* lang), teils gerade, teils krumm oder auch löffelartig aufgeworfen vorkommen.

Die Viereisen (I, 385) werden von den Wagnern gebraucht, um zur Befestigung der Speichen in den Naben und Felgen der Wagenräder die vorgebohrten Löcher viereckig auszustemmen; wie auch sonst zu Zapfenlöchern, besonders um die Ecken derselben auszuputzen. Sie haben eine aus drei rechtwinklig zusammenstossenden Teilen gebildete Schneide: |___|, von welcher das mittlere und längste Stück 12 bis 36 *mm* oder mehr, jedes der Seitenstücke aber 6 bis 12 *mm* misst. Statt des Heftes haben diese Werkzeuge einen eisernen Stiel.

4) Stemm-Maschinen. Sie dienen zur Ausführung solcher Arbeiten, welche bei der Handarbeit mittels der Beitel (S. 637) verrichtet werden. Ihre Hauptverwendung finden sie zum Ausstemmen der Zapfenlöcher und Schlitze. In Einrichtung und Wirkungsweise sind sie den für Metall gebräuchlichen Stossmaschinen (S. 321) verwandt, oft sogar gleich, bis

auf das schneidende Werkzeug, welches von der Art des Lochbeitels (S. 638) oder des Viereisens (S. 640) ist. Dieses Werkzeug erhält gewöhnlich eine senkrecht auf- und niedergehende Bewegung (schneidet alsdann im Niedergange), seltener eine Bewegung in wagerechter oder schiefer Richtung. Nach jedem vollbrachten Schnitte rückt das Holz (von Arbeiterhand durch Mechanismus geschoben) um soviel weiter, als die Dicke des zunächst abzunehmenden Spanes beträgt, z. B. 1 oder 2 *mm*. Zum Anfange eines in vollem Holze (d. h. rings umgrenzt) auszustossenden Loches müssen an dessen Stelle Löcher gebohrt werden, um Raum für das eigentliche Stemmwerkzeug und die entstehenden Späne zu schaffen. Nur bei weichen Hölzern (unter Zuhilfenahme einer sehr grossen Arbeitsgeschwindigkeit) ist es gelungen, auch auf der Maschine „aus dem Vollen" zu stemmen.

Verschiedene Mittel dienen dem Zweck, das Auswerfen der Späne zu fördern. Man gestaltet z. B. die beiden Flügelschneiden des Viereisens so, dass sie an der Hauptschneide auslaufend bogenförmig, aber in Absätzen sich entwickeln, sodass auf jeder der Schneiden sich einige nach oben gerichtete Haken bilden, welche beim Rückgange des Werkzeugs einen Teil der Späne mit sich nehmen. Verwendet man ein dem Lochbeitel nachgebildetes Stemmwerkzeug, so werden die Haken wohl so auf dem Rücken desselben angebracht, dass ihre Kanten so lang sind, wie die Breite des Werkzeugs beträgt. Es ist vorgeschlagen[1]), hinter dem Lochbeitel eine nachgiebige Zunge anzubringen, zwischen welche und den Stichelrücken sich die entstehenden Späne drängen, um ausserhalb des Loches ausgeworfen zu werden. Endlich legt man die Werkzeugbewegung nahezu oder ganz wagerecht[2]), sodass die zufällig mitgerissenen Späne leichter abfallen. Es wird jedoch das w. o. angeführte reichliche Vorbohren der Zapfenlöcher behufs Schaffens des nötigen Raumes meistens vorgezogen.

Der Lochbeitel oder das Viereisen sind gewöhnlich mit dem betreffenden Schlitten so verbunden, dass sie ohne Umstände genau um 180° gedreht und in der neuen Lage festgehalten werden können.[3]) Das bezweckt, mit ein und demselben Werkzeug ohne Umspannen des Holzes beide Schmalseiten des Zapfenloches regelrecht herstellen zu können. Zang verwendet statt dessen ein doppeltes Viereisen[4]), welches die Hauptschneiden nach aussen kehrt.

Die Hubhöhe des Werkzeugs muss rasch eingestellt werden können. Man schaltet zu diesem Zwecke meistens Hebel zwischen Krummzapfen und Werkzeugschlitten[5]), welche nicht selten so eingerichtet sind, dass sie nachgeben, sobald der Widerstand zu gross wird.

Man richtet die Stemmmaschinen oft so ein, dass der Rückgang des Meissels bedeutend schneller stattfindet, als die Schnittbewegung, für welche letztere eine mittlere sekundliche Geschwindigkeit von 45 *cm* zweckmässig ist. Oft begnügt man sich mit einer geringeren Geschwindigkeit; es können z. B. 140 Schnitte in 1 Minute geschehen mit 75 *mm* Ausschlag, und unter dieser Voraussetzung verfertigt (wenn die nötigen runden Löcher bereits vorgebohrt sind) ein Mann stündlich 20 Zapfenlöcher von 80 *mm* Länge, 12 *mm* Breite, 60 *mm* Tiefe. Man baut kleinere Maschinen, die einen feineren Span nehmen, dagegen aber wohl bis zu 200 Schnitte in der Minute machen. Eine solche mit 140 Schnitten von

---

[1]) Z. d. V. d. I. 1882, S. 584 m. Abb.
D. p. J. 1882, **243**, 82 m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1887, S. 1075 m. Abb.
D. p. J. 1887, **263**, 175 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1873, **207**, 451 m. Abb.
[4]) Z. d. V. d. I. 1887, S. 1075 m. Abb.
[5]) Vor. Quelle u. D. p. J. 1885, **258**, 350 m. Abb.; 1886, **262**, 400 m. Abb.; 1887, **266**, 100 m. Abb.

10 *cm* Zuglänge liefert, von einem Manne bedient, in 1 Stunde 16 Zapfenlöcher von vorstehend angegebener Grösse.

An einer liegend arbeitenden, durch Kraftmaschine bewegten Stemmmaschine wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: Grösste Tiefe der zu stemmenden Löcher 210 *mm*, grösste Länge derselben 285 *mm*; Breite des Stemmeisens 30 *mm*, Spielweite desselben 156 *mm*, Spielzahl 86 in der Minute, daher mittlere sekundliche Schnittgeschwindigkeit 444 *mm*; grösste beobachtete stündliche Leistung $V = 0{,}0167$ *cbm* Erlenholz ausgestemmt bei 38 *mm* Lochtiefe, 30 *mm* Spanbreite, 2,86 *mm* Spandicke; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang (einschliesslich einer Deckenvorgelegswelle) $N_0 = 0{,}35$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}50$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine $1{,}36 \,.\, 1{,}60 = 2{,}18$ *qm*, Gewicht derselben 1100 *kg*. Allgemein kann der Arbeitsverbrauch solcher Stemmmaschinen nach der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, V \text{ Pferdestärken}$$

berechnet werden, worin N_0 den Arbeitsverbrauch für den Leergang, V den Raum des stündlich zerspanten Holzkörpers in Kubikmetern, ε den Arbeitswert (Arbeitsverbrauch für 1 *cbm* stündlich zerspantes Holz) bezeichnet, der z. B. für Erlenholz

$$\varepsilon = 94{,}3 \text{ Pferdestärken}$$

beträgt.

Für besondere Zwecke werden die Stemmmaschinen abweichend gebaut, z. B. zum Ausstemmen der Keillöcher in Hobelkästen.[1])

Man kann zu den Stemmmaschinen die Gehrungsschneidmaschinen rechnen, d. i. mechanische Vorrichtungen, welche die Abschrägung der Holzstabenden genau und rasch bewirken, indem ein Messer in entsprechender Richtung gegen das gut eingespannte Holzstück verschoben wird.

Das Holz (ein Bilderrahmenteil z. B.) wird zu dem Zweck wagerecht gelegt, während das Messer längs seiner unter 45° geneigten Bahn kräftig nach unten bewegt wird[2]); oder man schiebt ein paar Messer, deren Schneiden einen rechten Winkel einschliessen, bezw. ein geisfussartiges (S. 640) Werkzeug winkelrecht gegen den Stab, so mit einem Schnitt beide entstehende Holzenden mit der Gehrung versehend.[3]) Derselbe Gedanke wird auch verwertet bei Erzeugung der Nuten, welche bei Schreib-, Schmuck- u. s. w. Kästchen zur Aufnahme bezw. Stützung der Querwände dienen.[4])

6) Ausschlageisen (I, 374)[5]) und Durchschnitt. Man gebraucht sie in einzelnen Fällen, um dünne Holzblätter mit runden Löchern zu versehen, oder runde Plättchen aus denselben auszuschneiden. Die Schneide des Ausschlageisens verläuft nach der auszuschlagenden Gestalt; ihr Körper ist so zusammengezogen, dass der nötige Druck durch Schlagwirkung oder eine Presse ausgeübt werden kann. Es ist für Holz wenig (dagegen für Papier, Leder u. s. w. sehr häufig) gebräuchlich. Die Durchbrechungen der dünnen, aus mehreren Blättern zusammengeleimten Stuhlsitz-Brettchen erzeugt man mittels Vorrichtungen[6]), welche ihrem Wesen nach den Durchschnitten für Metall (I, 367) gleichen.

---

[1]) D. p. J. 1855, **137**, 14, 15 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1871, **200**, 181 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1878, **228**, 19 m. Abb.; 1880, **236**, 19 m. Abb.; 1882, **244**, 185 m. Abb., **246**, 496 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1880, **236**, 19 m. Abb.
[5]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 1, S. 384 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1883, **250**, 257 m. Abb.

Dem Ausschlageisen verwandt sind mehrere Werkzeuge, nämlich das Dippel- oder Dübbel- (auch Döbel-) Eisen der Böttcher und die — jetzt nur selten vorkommenden — Werkzeuge, bezw. Maschinen zum Erzeugen des sogenannten Holzdrahtes.

Unter einem Dübbel versteht man einen Holznagel (I, 463), welcher zur Verbindung zweier benachbarter Bretter, z. B. des Fassbodens u. dgl. dient; der Name bezieht sich daher auf das Doppeln, Vereinigen zweier Stücke. Das Werkzeug zu deren Verfertigung besteht aus einem Eisen von der Gestalt der Figur ⊓, woran die beiden senkrechten Arme in spitzige Angeln auslaufen, um das Ganze in einem Holzklotze zu befestigen. Oben auf dem Querstücke sind mehrere, grössere und kleinere, scharfrandige Hohltrommeln mit aufwärts stehender Schneide angebracht. Das zu verarbeitende Holz wird in gehöriger Länge abgeschnitten und durch Spalten in Stücke von der erforderlichen Dicke zerteilt; dann stellt man ein Stück nach dem andern mit dem Hirnende auf die Schneide und treibt es mit dem Hammer durch. Letzterer darf natürlich nie auf die Schneide schlagen, und daher setzt man ein neues Holzstück schon früher auf, als das vorhergehende ganz eingedrungen ist. Indem die scharfe Kante des Werkzeuges ringsum alles Holz, welches ihren Rand überschreitet, wegnimmt, erhalten die unten herausfallenden Stifte eine völlig walzenförmige Gestalt.

Man hat dasselbe Verfahren angewendet, um Klötze für Holzpflasterung zu gestalten.[1])

Um die Brauchbarkeit des Verfahrens für die Erzeugung des Holzdrahtes, d. h. des früher allgemein gebräuchlichen Rohstoffes für Zündhölzchen zu kennzeichnen, muss folgender Umstand hervorgehoben werden: Hinter der Schneide muss ein Körper vorhanden sein, welcher ihr den nötigen Halt gewährt. Dieser Körper beansprucht Raum, weshalb — wenn man nicht das ausserhalb der Schneide befindliche Holz zersplittern lassen will — das durch die von der Schneide begrenzte Öffnung gehende Holz einen Teil, das ausserhalb derselben befindliche den andern Teil dieses Raumes hergeben muss. Demzufolge wird — ausser dem letzteren Holze — auch dasjenige zusammengedrückt, welches bei dem vorliegenden Verfahren überhaupt gewonnen wird. Das hat z. B. für Holznägel, Dübbel u. dgl. hohen Wert, taugt aber nicht für Zündhölzchen, indem diese durch die Verdichtung schwer entzündlich werden. Da die runde Gestalt ausserdem der Entzündung des Holzes hinderlich ist, so erklärt sich leicht die Verdrängung des Holzdrahtes durch die lediglich mittels Zerlegens erzeugten Stäbchen vierkantigen Querschnittes (S. 630).

7) Punzen. Die einzigen Werkzeuge dieser Art, welche regelmässig auf Holz gebraucht werden, sind Buchstaben und Zahlen-Punzen zum Einschlagen von Namen, anderen Aufschriften und Zahlen. Da beim gewaltsamen Eindringen derselben das Holz leicht splittert, wenn sie wie die Metallpunzen (S. 278) breite oder starke Züge enthalten, so macht man letztere schmal. Nur auf Hirnholz (S. 560) machen auch Punzen mit breiten Zügen jederzeit einen rein begrenzten Eindruck.

Den Punzen nahe verwandt ist das Rändeleisen, welches zuweilen benutzt wird, um an Gesimswerk seichte Vertiefungen einzudrücken. Es besteht aus einem gehärteten, mit den betreffendem Gegenstück der Verzierung versehenen Stahlstück, welches in eine kräftige Zange so eingehängt ist, dass es sich an die zu bearbeitende Fläche gut anzuschmiegen vermag.

8) Ahlen. Das bekannte spitzige stählerne Werkzeug, mit welchem kleine Löcher in Holz, Leder, Papier u. s. w. vorwiegend durch Verdrängen des Stoffes erzeugt werden, um Raum für einzutreibende Nägel, einzuschiebende Fäden u. dgl. zu gewinnen, nennt man Ahle.

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1841, Bd. 2, S. 946.

Die gewöhnlichen scharf zugespitzten Ahlen (auch Spitzbohrer genannt) haben im Querschnitte die Gestalt eines stark verschobenen Viereckes und werden in bezug auf die Holzfasern so aufgesetzt, dass die grössere Diagonale die Richtung der Fasern rechtwinklig kreuzt, weil sie auf diese Weise gebraucht die Fasern abstechen und nicht auseinandersprengen. — Eine verschiedene, nicht so häufig gebrauchte Art sind die flachen Ahlen, welche eine gerade, 1 bis 3 *mm* breite, scharfe Schneide statt der Spitze haben (nach Art eines sehr kleinen Stemmeisens) und ebenfalls so eingestochen werden, dass die Schneide quer gegen die Fasern steht. Sie machen eigentlich, wenn sie hinreichend dünn angeschliffen sind, nur einen Schnitt (kein Loch), was zu besserem Festhalten der Stifte oder Nägel dienen kann. Zuweilen gebraucht man sie wie die früher erwähnten mit Hilfe einer drehenden Bewegung, welche man ihnen giebt, statt der Nagelbohrer zum Hervorbringen kleiner runder Löcher in weichem Holze.

9) Sägen.[1]) Das Wesen der Sägen ist früher (I, 409) ausführlich erörtert, auch der Pflege derselben (S. 627) entsprechend gedacht, sodass für den vorliegenden Ort nur übrig bleibt, Einzelheiten, welche sich auf besondere Zwecke der Sägen beziehen, anzuführen. Da die Sägen, bezw. Sägemaschinen, welche zur ersten Zerlegung des Holzes dienen, bereits (S. 598—626) abgehandelt sind, so kommen hier nur noch diejenigen in Frage, welche vorwiegend der Gestaltung des Holzes dienen.

a. Steifsägen.

Der Fuchsschweif, Fuchsschwanz (I, 416) vertritt bei den englischen Holzarbeitern fast allgemein die Stelle der in Deutschland gebräuchlichen Spannsägen, und verdient in der That durch die ungemeine Bequemlichkeit des Gebrauches grosse Empfehlung. Ein Gestell besitzt diese Säge nicht, sondern nur an dem einen Ende einen sehr zweckmässig gestalteten Handgriff. Das Blatt selbst ist sehr breit, verjüngt sich indessen von dem Griffe aus nach dem entgegengesetzten Ende. Die grosse Breite verleiht ihm im allgemeinen hinreichende Steifheit; doch bringt man bei vielen Fuchsschwänzen noch einen Rücken an, d. h. eine eiserne oder messingne Fassung, welche der ganzen ungezahnten Seite des Blattes entlang geht und mit in dem Griffe befestigt ist. Dieser Rücken ist 18 bis 25 *mm* breit und besteht aus einer Schiene, welche das Blatt von beiden Seiten umgiebt. In jedem Falle beschränkt der Rücken die Tiefe des mit der Säge zu machenden Schnittes, daher zum Durchsägen des Holzes nach der Länge oder zum Querdurchschneiden dicker Hölzer nur ein Fuchsschwanz ohne Rücken tauglich ist. Die Fuchsschwanzsägen sind von sehr verschiedener Grösse: das Blatt ist von 15 bis zu 76 *cm* lang; die mit einem Rücken versehenen nehmen gegen den Griff hin sehr wenig (nur etwa 6 *mm*) an Breite zu, oder sind auch wohl durchgehends von einerlei Breite, da die nur auf Vermehrung der Steifheit berechnete Verbreiterung durch den Rücken überflüssig gemacht wird. Die Zähne sind die gewöhnlichen ungleichseitig dreieckigen; ihre Stellung in bezug auf den Griff ist so, dass die Säge schneidet, indem man sie von sich wegschiebt und beim Zurückziehen leer geht. Man bezeichnet dies durch den Ausdruck: die Zähne seien auf den Stoss gestellt.

Um Holzstäbe unter einem bestimmten Winkel abzuschneiden, legt man den Fuchsschwanz wohl in Führungen, welche der zur Aufnahme des Werkstücks dienenden Lade gegenüber genau einzustellen sind. Man nennt die Einrichtung Gehrungslade[2]), wobei zu bemerken ist, dass dieser Name auch für unvollkommenere Einrichtungen gebraucht wird.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1842, Bd. 12, S. 92 m. Abb.
Exner, Sägen und Sägemaschinen, Bd. 1 u. 2, Weimar 1878.
H. Fischer, Die Holzsäge, Berlin 1869.

[2]) D. p. J. 1878, **227**, 28 m. Abb.

Nähere Massangaben über englische Fuchsschwanzsägen sind:

Benennungen:	Länge cm	Breite cm		Dicke mm	Zähne auf 10 cm Länge
Ohne Rücken		am Griffe	vorn		
Trennsäge . . .	71 bis 76	18 bis 25	7 bis 10	1,27	14
Halbtrennsäge . .	66 „ 71	15 „ 20	7 „ 9	1,07 bis 1,27	16
Handsäge	56 „ 66	12 „ 19	6 „ 8	1,07 „ 1,27	20
Feine Handsäge .	56 „ 66	12 „ 19	6 „ 8	1,07 „ 1,27	25
Getäfelsäge . . .	51 „ 61	11 „ 19	5 „ 6	1,07	29
Feine Getäfelsäge .	51 „ 61	10 „ 15	5 „ 6	0,89 „ 1,07	33
Kastensäge . . .	25 „ 51	6 „ 9	3 „ 5	0,81 „ 1,27	25 bis 50
Mit Rücken					
Absetzsäge, Zapfensäge	41 bis 51	8 bis 9		0,81	41
Fenstersäge . . .	36 „ 41	6 „ 9		0,71	40 bis 45
Feinsäge	25 „ 36	5 „ 7		0,64	45 „ 50
Zinkensäge . . .	15 „ 25	4 „ 5		0,56	57 „ 74

Lochsäge, Stichsäge, Spitzsäge (I, 412). Sie dient zum Ausschneiden von Schweifungen, Löchern, durchbrochenen Verzierungen u. dgl., besonders in solchen Fällen, wo die Schweifsäge (S. 649) durch ihre Grösse unbequem oder das Gestell derselben hinderlich wird (wenn z. B. eine Öffnung sehr weit vom Rande eines Brettes entfernt auszusägen ist). Das Blatt ist 8 bis 35 und selbst 58 *cm* lang, mit einer Angel in einem hölzernen runden Hefte oder in einem Griffe gleich dem eines Fuchsschwanzes befestigt, zunächst am Hefte nur 7 bis 30 *mm* breit, nach dem anderen Ende verjüngt und zum Teile fast in eine Spitze auslaufend, mit 20 bis 50 Zähnen auf 10 *cm* Länge versehen. Die Zähne sind auf den Stoss gestellt, wie bei dem Fuchsschwanze. Um dem Blatte bei seiner geringen Breite die nötige Unbiegsamkeit zu verleihen, macht man dasselbe ziemlich dick (1 oder 1,2 *mm* und selbst bis gegen 2 *mm*); eben deshalb aber können die Zähne bei ihrer Kleinheit nicht geschränkt werden und man ist genötigt, um das Einklemmen der Säge im Schnitte zu verhindern, die Dicke von der Schneide aus gegen den Rücken zu vermindern, sodass letzterer nur halb so dick ist. Doch finden sich unter den grössten (etwas breiten) Lochsägen auch solche mit schwächerem Blatte und geschränkten Zähnen. Starke Lochsägen (aus deutschen, nicht aus englischen Fabriken) haben oft eine eigentümliche (übrigens auch an den zum Schneiden grünen Holzes bestimmten Gärtner-Sägen vorkommende) Art von Zahnung, welche gleichsam doppelt ist, indem sie an jedem Rande der Zahnseite eine Reihe Zähne darbietet (I, 412, Fig. 404); diese Zähne sind sehr breit (nur 12 bis 24 auf 10 *cm*) und stehen in beiden Reihen abwechselnd; das Blatt hat an der Schneide 2,5 bis 3 *mm* Dicke.

In Fällen, wo man wegen Kleinheit des auszuschneidenden Loches und wegen Mangels einer kleinen Stichsäge nur die Spitze einer langen gebrauchen kann, ist diese unbequem zu führen und sehr dem Abbrechen ausgesetzt. Es verdient daher das Lochsägeheft Empfehlung, welches so eingerichtet ist, dass man eine darin befestigte Säge mehr oder weniger hervorragen lassen kann. Die zu diesem Hefte bestimmten Sägen haben keine Angel, sondern statt deren eine längere Fortsetzung, welche selbst wieder eine Lochsäge ist. Das Blatt läuft demnach von der Mitte aus nach beiden Enden spitzig zu, und es versteht sich von selbst, dass die Richtung der Zähne auf den beiden (unabhängig von einander zu gebrauchenden) Hälften eine entgegengesetzte ist.

Gratsäge. Sie dient für Einschnitte auf einer sehr breiten Fläche; namentlich wenn solche mit einem Ende den Rand der Fläche nicht erreichen.

Dieser Fall kommt aber bei gewissen Holzverbindungen an Tischlerarbeiten (bei der sogenannten Zusammenfügung auf den Grat, wovon später) häufig vor. Die Gratsäge hat ein 17 *cm* langes Blatt und einen zum Anfassen mit beiden Händen eingerichteten hölzernen Griff. In den unteren Teil des letzteren ist das Blatt seiner ganzen Länge nach so eingelassen, dass von dessen Breite nur 12 *mm* vorsteht. Die Zähne (30 auf 10 *cm*) stehen auf den Zug, d. h. mit den Spitzen nach dem Arbeitenden hin geneigt, wonach die Säge angreift, indem man sie gegen sich hinzieht.

Absetzsäge mit Anschlag. Die französischen Tischler gebrauchen diese eigentümlich gebaute Säge, um an vierkantigen Holzstücken, deren Ende zu einem Zapfen gebildet werden soll, die Quereinschnitte auf den vier Seiten zu machen. Die Einrichtung des Werkzeuges ist so, dass diese Schnitte bei einiger Aufmerksamkeit nicht anders als völlig rechtwinklig gegen die Oberfläche werden können. Man denke sich ein Holzstück von der Gestalt eines Hobelkastens, aber ohne Loch und ohne Eisen; ferner auf der unteren Fläche (Sohle) nicht eben, sondern in der Art rechtwinklig abgesetzt oder ausgefalzt, dass die Sohle sich der ganzen Länge nach in zwei ebene Flächen teilt, von welchen die an der rechten Seite tiefer liegt und mit der anderen durch eine senkrechte Fläche zusammenhängt. Gleichlaufend mit dieser letzteren wird auf der linken Seitenfläche des Ganzen ein Sägeblatt festgeschraubt, dessen untere gezahnte Kante noch etwas höher steht als die untere Abteilung der Sohle. Beim Gebrauche dieser Säge legt man an das glatt und rechtwinklig abgehobelte Hirnende des Werkstückes den weiter hinabreichenden Teil des Werkzeuges (den Anschlag oder Backen) mit seiner inneren Seitenfläche und lässt ihn bei der Führung der Säge stets in Berührung damit.

Quadriersäge. Sie weicht von der vorigen wesentlich nur darin ab, dass der Anschlag von dem das Sägeblatt enthaltenden Teile getrennt ist und demselben mehr oder weniger nahe gestellt werden kann. Sie dient demnach für kurze und lange Zapfen; ihre Hauptbestimmung ist aber, Furniere zu eingelegter Arbeit in Streifen oder in viereckige Plättchen von bestimmter Grösse zu zerschneiden. Macht man das Sägeblatt sehr dick, so kann das Werkzeug gut gebraucht werden, um quer über die Holzfasern, Furchen (Nuten) einzuschneiden, die z. B. oft nötig sind, falls man rechtwinklig gegen eine Holzfläche dünne Brettchen (als Scheidewände in einem Kasten u. s. w.) aufrichten will.

Zapfensäge zum Abschneiden hervorragender Zapfenenden in gleicher Ebene mit der Holzfläche, von welcher sie herausspringen. Für diesen Fall ist ein Sägeblatt erforderlich, welches — unbeirrt von seinem Handgriffe oder irgend einem anderen Teile seines Gestelles — platt auf die Arbeitsfläche gelegt werden kann. Bei Spannsägen ist diese Lage des Blattes allerdings zu erreichen; allein die Führung ist dann mehr oder weniger unbequem und unzuverlässig. Man gebraucht daher für Fälle der gedachten Art gern kleine Sägen, deren zwei hier angeführt werden können. Die erste hat ein hölzernes Gestell von entfernter Ähnlichkeit mit einem Metallsägebogen, das man sich ziemlich nach der Figur ┌┬── vorstellen kann. Das freistehende Ende des wagerechten langen Teiles dient als Griff oder Stiel; auf den unteren Endflächen der beiden senkrechten Teile ist ein 12 bis 15 *cm* langes (grösserer Bequemlichkeit halber an beiden Kanten gezahntes) Sägeblatt von 25 *mm* Breite so angeschraubt, dass seine Fläche unter rechtem Winkel zur Ebene des Gestelles steht. Die Gebrauchsweise ergiebt sich hiernach von selbst. Die zweite Art hat als Griff ein 10 *cm* langes, 5 *cm* breites, zum Anfassen bequem gestaltetes Stück Holz, welches auf seiner unteren Fläche ganz eben ist. Auf dieser ebenen Fläche und längs deren Kante ist ein 25 *mm* breites, ebenfalls 10 *cm* langes Sägeblatt so angeschraubt, dass dessen Zahnkante und daneben noch die halbe Breite des Blattes über das Holz herausspringend freisteht. Eigentümlich ist hier noch die Anordnung der Zähne, welche von der gewöhnlichen ungleichseitig-dreieckigen Gestalt, aber sämtlich mit den Spitzen nach der Mitte hinsehend gestellt sind, sodass von dem einen Ende bis zur Mitte die Richtung der Zähne die entgegengesetzte von der ist, welche auf der anderen halben Länge des Blattes stattfindet. Die Säge schneidet demzufolge in jeder ihrer beiden Bewegungsrichtungen.

Man gebraucht sie unter anderen mit Vorteil bei Anfertigung furnierter Arbeit, um die über eine Kante hinausragenden Teile des Furnieres von der rechtwinklig anstossenden Fläche aus wegzuschneiden; sie heisst deshalb auch Furniersäge.

Kreissäge, Zirkelsäge. Mit Voraussetzung dessen, was bereits (S. 619 bis 622) über diese Sägen vorgekommen ist, muss hier im besonderen des Gebrauches gedacht werden, welchen man von kleinen Kreissägen macht, um mit viel Gewinn an Zeit und an Genauigkeit kleine Holzbestandteile zuzuschneiden. Krummlinige Schnitte abgerechnet, ist für diesen Zweck die Anwendbarkeit der Kreissäge unbegrenzt. Der Durchmesser des Blattes kann 6 bis 30 *cm* betragen (wobei 20 bis 48 geschränkte Zähne von der gewöhnlichen ungleichseitig dreieckigen Gestalt auf 10 *cm* des Umkreises stehen, überhaupt die Teilung (S. 620) gewöhnlich etwa $^1/_{30}$, bisweilen $^1/_{25}$ oder bei Blättern von 25 bis 30 *cm* auch nur $^1/_{50}$ oder $^1/_{60}$ des Durchmessers beträgt). Man befestigt dasselbe auf einer eisernen Achse, welche gut gelagert ist. Die Sägeblattstärke wird für die vorliegenden Zwecke oft wesentlich geringer genommen, als w. o. (S. 620) angegeben worden ist. So findet man Kreissägen bis zu 10 *cm* Durchmesser zuweilen nur 0,5 *mm* und solche bis zu 25 *cm* Durchmesser nur 1 *mm* dick.

Die Welle der Kreissäge ist meistens unter einem Tisch gelagert, auf welchem man das zu bearbeitende Holz mit der Hand verschiebt. Man hat, um nach Bedarf eine dickere oder dünnere Säge verwenden zu können, unter dem Tisch auch zwei Sägen gelagert, von welchen man diejenige über den Tisch hervorragen lässt, welche gebraucht werden soll.[1]) Man trifft auch die Einrichtung, dass das Sägeblatt verschieden hoch über den Tisch hervorragen kann[2]), um die Tiefe des in dem hinübergeführten Holz erzeugten Schnittes genau zu erhalten. Die Holzzuschiebung erfolgt für die vorliegenden Zwecke fast immer mittels der Hand; die Genauigkeit derselben wird aber unterstützt durch verschiedene Hilfsmittel. So findet man fast regelmässig auf dem Kreissägetische eine einstellbare zur Sägeblattebene gleichlaufende Platte, den sog. Anschlag, längs wessen das Holz geschoben wird, um es gleichlaufend mit der Sägeblattebene zu bewegen und eine bestimmte Dicke des abgeschnittenen Holzstückes (gleich dem Abstand zwischen Säge und Anschlag) zu erhalten. Soll der Schnitt nicht winkelrecht zur unteren Holzfläche liegen, so bringt man auf dem Tisch eine entsprechende Beilage an, oder richtet den Tisch so ein, dass ein Teil desselben um eine durch die Sägeblattebene gehende gerade Linie um einen bestimmten Winkel niedergeklappt werden kann, oder endlich, man lagert die Sägewelle so, dass sie und damit das Sägeblatt in verschiedene Neigungen gegenüber der Tischebene gebracht werden kann.[3]) Zum genauen Querabtrennen der Holzstäbe und Bretter bedient man sich eines Winkelhakens, dessen einer Schenkel in einer zur Sägeblattebene gleichlaufenden Nut des Tisches sich verschiebt, während der andere Schenkel auf dem Tische ruht. Gegen letzteren stützt man das Holz und führt es mit ihm gegen die Säge. Es ist leicht zu erkennen, dass man das Holz rechtwinklig durchschneidet, wenn die beiden Schenkel des erwähnten Winkelhakens einen rechten Winkel einschliessen, aber schräg, wenn hier ein anderer Winkel gewählt ist. Die beschriebene Einrichtung ist auch reicher ausgebildet, sodass sie zur genauen Herstellung der verschiedenartigsten Winkel dient.[4])

Die Kreissäge ist für zahlreiche Sonderzwecke ausgebildet; es mögen hier nur folgende angeführt werden:

α. Zum Anschneiden der Zapfen. Je eine senkrechte *a*, bezw. *d* und eine wagerechte Säge *b*, bezw. *c*, Fig. 128, sind an Platten gelagert, welche an einem starken Ständer senkrecht verschoben und in verschiedenen Höhenlagen festgestellt werden können. Jede Kreissäge hat ihre besondere Antriebsrolle *e*, *f*, *g*, *h*.

---

[1]) D. p. J. 1878, **228**, 491 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1885, S. 775 m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1867, S. 735 m. Abb. D. p. J. 1887, **263**, 224 m. Abb.
[3]) Z. d. V. d. I. 1867, 735 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1885, **257**, 11 m. Abb.

Man legt nun das mit einem Zapfen zu versehende Werkstück *W* auf einen wagerecht verschiebbaren Tisch und bewegt es mit diesem gegen die Sägen,

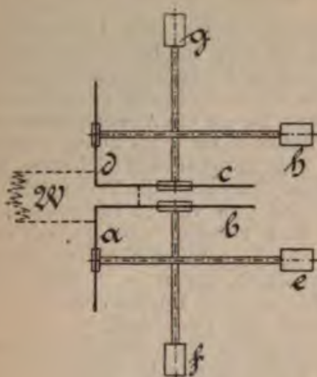


Fig. 128.

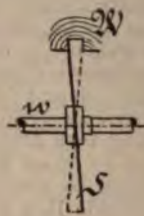
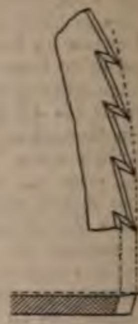


Fig. 129.


Fig. 130.

wobei in kürzester Zeit das Anschneiden des Zapfens stattfindet. Soll ein doppelter Zapfen entstehen, so legt man vor oder hinter die Sägen eine dritte stehende Welle, welche mit einem zum Schlitzen (s. w. u.) geeigneten Messerkopf ausgerüstet ist. Das Werkstück *W* muss alsdann an seiner Hinterseite so gestützt werden, dass ein Aussplittern des Holzes vermieden wird.

β. Zum Nutenschneiden. Wenn man das Sägeblatt *S*, Fig. 129, statt genau winkelrecht, ein wenig schief auf seiner Welle *w* befestigt, so schwanken die Zahnspitzen innerhalb eines Bogens, welcher doppelt so gross ist, als die Abweichung der Sägenlage von der zur Welle winkelrechten beträgt; in dem vorgelegten Werkstück *W* wird alles in diesen Bogen fallende Holz in Späne verwandelt, sodass, wenn man *W* winkelrecht zur Bildfläche verschiebt, eine Nut entsteht. Man nennt eine so vorgerichtete Säge: Taumelsäge.[1])

Es werden auch kleine, gewöhnliche Kreissägen, deren Schnittweiten der geforderten Nutweite entsprechen, zu gleichem Zweck verwendet, auch mehrere solcher Sägeblätter auf dieselbe Welle gesteckt, um gleichzeitig mehrere Nuten zu erzeugen. Es ist möglich, diesen Nuten schwalbenschwanzförmigen Querschnitt zu geben.[2])

γ. Zum Fügen der Fassdauben. Hiervon wird w. u. unter Fassverfertigung die Rede sein.

δ. Zum Glätten der Holzflächen. Die schmalen Flächen der Parkettplatten[3]), der Kistchenbretter u. s. w. bedürfen keiner hochgradigen Glätte; sie sollen aber sehr genau hergestellt werden und zwar unter geringem Zeitaufwand. Man verwendet dicke Kreissägeblätter, welche auf der dem Werkstück zugekehrten Seite mässig ausgehöhlt sind (vergl. Fig. 130, Schnitt) und versieht sämtliche Zähne in gleicher Weise mit schräger Brust, sodass die entstehenden Schneidkanten für ihre Aufgabe vorteilhaft gestaltet sind. Da die Zahnlücken keine Späne aufzunehmen haben, so wählt man die Zähnezahl gross, um die an den Holzflächen entstehenden Striemen möglichst klein, fast verschwindend zu machen. Beispielsweise enthält ein Blatt von 30 *cm* Durchmesser 95 Zähne (Zahnteilung = ~ 1 *cm*) bei 60° Brustwinkel und 60° seitlicher Abschrägung.

---

[1]) D. p. J. 1856, **142**, 184 m. Abb.; 1881, **240**, 262 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1857, S. 163; 1867, S. 734 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1880, **235**, 105 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1882, **243**, 28 m. Abb.

b. Gespannte Sägen.

Die Klobsäge, Furniersäge, dient zum Zerschneiden grosser Klötze und dicker Bohlen in der Längenrichtung, mithin zur Darstellung von Brettern, Furnieren u. s. w. Das Blatt ist 1,33 bis 1,50 *m* lang, 10 bis 12 *cm* breit, sehr dünn (0,5 bis 0,8 *mm*) und mit gewöhnlichen ungleichseitig-dreieckigen Zähnen oder mit Wolfszähnen versehen, die Länge oder Tiefe des Zahnes beträgt etwa 6 bis 12 *mm*. Das Gestell bildet ein vierseitiger starker hölzerner Rahmen von nahe 60 *cm* äusserer Breite, in dessen Mitte das Sägeblatt so ausgespannt ist, dass dessen Flächen den Langhölzern zugewendet sind. Es wird in senkrechter Richtung, seltener liegend, von einem oder zwei Arbeitern geführt (wobei die etwas über die Langhölzer hinausreichenden Querhölzer als Griffe dienen), die Säge schneidet nur in einer Richtung.

Die Örtersäge, zum Zuschneiden der Arbeitsbestandteile bestimmt, enthält ein 78 bis 85 *cm* langes, etwa 5 *cm* breites, höchstens 0,7 *mm* dickes Blatt; auf 1 *cm* Länge befinden sich 2 ungleichseitig-dreieckige Zähne. Das Gestell besteht aus einem Stocke (Steg) von der Länge des Sägeblattes, welcher zu demselben gleichlaufend ist und in gabelartigen Ausschnitten seiner beiden Enden zwei kürzere Querhölzer (Arme, Hörner) aufnimmt, welche unbefestigt darin liegen, und also einer Schrägstellung fähig sind, wenn sie an einer Seite gegeneinander gezogen werden. Dies geschieht in der That beim Spannen der Säge. Das Blatt ist nämlich an einer Seite der Arme angebracht, indem dasselbe an jedem Ende ein rundes Loch besitzt und mittelst eines hier durchgesteckten kleinen Bolzens zwischen zwei plattenförmigen Backen eingehängt ist. Die Backen selbst endigen in eine Angel, welche in einem runden hölzernen Zapfen befestigt wird; letzterer geht durch ein Loch in dem Arme, ausserhalb dessen er einen Knopf bildet. Bei dieser Art der Befestigung müssen die Angeln, welche an den käuflichen Sägeblättern sich befinden, abgenommen werden. Lässt man diese daran sitzen und vernietet sie ohne Backen in einem Spalte der erwähnten hölzernen Zapfen, so ist die Vorrichtung einfacher, aber das Blatt spannt sich leicht schief und schneidet dann schlecht. Die dem Sägeblatte entgegengesetzten Enden der Arme sind durch eine mehrfache Schnur miteinander verbunden, welche mittelst eines Knebels zusammengedreht wird, um das Blatt zu spannen. Das Ende des Knebels lehnt sich dann seitwärts gegen den Steg.

Wenn man die Säge nicht gebraucht, muss die Schnur abgespannt werden, damit nicht bei zufälliger Verkürzung derselben durch Feuchtigkeit das Gestell bricht oder sich verzieht. — Die Befestigung der Säge an drehbaren Zapfen gewährt den Vorteil, die Fläche des Blattes rechtwinklig oder schief gegen die Ebene des Gestelles richten zu können, was bei tiefen Schnitten (z. B. nach der Länge grösserer Holzteile) wesentlich ist, indem sonst das Gestell dem weiten Eindringen der Säge hinderlich wird.

Die Schliesssäge ist der vorigen an Gestalt gleich, nur kleiner, weil sie zu Arbeiten von geringerem Umfange gebraucht wird. Das Blatt ist 63 bis 70 *cm* lang, 4 bis 5 *cm* breit, 0,4 bis 0,5 *mm* dick und hat 2 bis 3 Zähne auf 1 *cm*. — Die kleine Schliesssäge ist 51 bis 56 *cm* lang, 4 *cm* breit, mit 3 Zähnen auf 1 *cm* Länge.

Die Schliess- und Örtersägen sind so dünn und wenig geschränkt, dass der mit denselben gemachte Schnitt nicht über 1 *mm* breit ausfällt.

Die Schweifsäge ist den vorigen gleich, nur mit einem viel schmäleren Blatte versehen, weil sie zu krummlinigen Schnitten (zum Aussägen von Schweifungen u. s. w.) gebraucht wird, wobei ein breites Blatt sich einklemmen würde. Statt der Schnur und des Knebels bringt man zuweilen ein Eisenstäbchen an, welches beide Arme des Gestelles verbindet und ausserhalb des einen mit einer Schraubenmutter versehen ist. Oft hängt man das Blatt an einem Ende in einen Haken, damit es leicht losgemacht, durch ein vorgebohrtes Loch gesteckt und wieder befestigt werden kann, wenn man Ausschnitte zu machen hat, die an keiner Stelle nach dem Rande des Holzes hin offen sind (Aushängsäge). Die Länge der Schweifsägen beträgt 15 bis 50 *cm*, die Breite nur 2,5 bis 15 *mm*, die Dicke 0,45 bis 1 *mm*, die Anzahl der Zähne 3 auf 1 *cm*.

Die Absetzsäge ist 34 bis 36 *cm* lang, 8 bis 9 *mm* breit, mit 4 Zähnen auf 1 *cm* Länge, also von einer Schweifsäge mittlerer Grösse nicht verschieden, dient unter andern zum Einschneiden quer in das Holz, bei Bildung von Zapfen u. dgl. Das Gestell ist wie bei den vorigen.

Die Handsäge, 19 bis 22 *cm* lang, 5 bis 6 *mm* breit, 3 bis 4 Zähne auf 1 *cm*, wird zu allerlei kleiner Arbeit, z. B. Modellen u. dgl. verwendet. Das Gestell ist wie bei den vorhergehenden beschaffen, doch geschieht es auch nicht selten, dass man solche Sägen, gleich den Metallsägen (S. 294), in einen eisernen Bogen spannt (Bogensäge).

Die Laubsäge dient zum Ausschneiden feiner durchbrochener Verzierungen, zarter Schweifungen u. s. w. Das Blatt hat 7 bis 13 *cm* Länge, 0,8 bis 1 *mm* Breite, 0,25 bis 0,35 *mm* Dicke, 6 bis 16 Zähne auf 1 *cm*. Der Bogen ist manchmal von Holz gemacht. In Japan verwendet man als Laubsägenblatt einen dünnen kordierten Stahldraht (S. 399) von so grosser Länge, dass der grössere Teil auf einem im Bogen untergebrachten Röllchen aufgewickelt werden muss; die Säge vermag so — allerdings unvollkommen — nach jeder Richtung zu schneiden und bei dem (häufig eintretenden) Brechen des Blattes braucht immer nur das eine Bruchstück weggeworfen zu werden, indem man alsdann das Bruchende des anderen (langen) Stückes im Bogen befestigt und die erforderliche Länge desselben von dem Röllchen abwickelt.

Um die Zeichnungen für eingelegte Arbeit in Furnierblättern auszusägen, bedient man sich mit Vorteil einer kleinen Maschine (Decoupiersäge, Wippsäge)[1]), bei welcher ein Laubsägeblatt senkrecht in einem hölzernen Rahmen aufgespannt ist, der in einem Gestelle seine Führung hat und mittels eines Fusstrittes bewegt wird, indem letzterer den Rahmen niederzieht, durch Federn aber das Aufheben desselben geschieht; oder ein Krummzapfen mit Lenkstange und Schwungrad beide Bewegungen erzeugt. Das Sägeblatt geht durch ein Loch eines Brettes, welches als Tisch zum Auflegen der Furniere dient. Letztere werden (zu mehreren aufeinander liegend) nach den Krümmungen der vorgezeichneten Umrisse gedreht und fortbewegt. Die Arbeit geht nicht nur viel schneller von statten, als wenn sie mit der Laubsäge aus freier Hand verrichtet werden müsste, sondern der Schnitt ist auch stets senkrecht gegen die Fläche der Furniere, was zum genauen Passen der eingelegten Teile wesentlich erfordert wird. Das Blatt kann auch in einen langarmigen gabelförmigen Bügel gespannt[2]) oder zwischen die Enden einer über Rollen geführten Darmsaite gespannt werden.[3]) Für die Benutzung der Säge ist die Einrichtung sehr bequem, vermöge welcher ihre Angeln während der Arbeit um ihre Längenachse gedreht werden können, um in gewünschter Richtung auf das Holz zu wirken.[4])

Die Bandsäge hat sich in den Werkstätten, in welchen das Holz endgiltig gestaltet wird, weit mehr Eingang verschafft, als für das erstmalige Zerlegen der Hölzer (S. 623). Sie wird regelmässig in senkrechter Aufstellung verwendet, enthält einen Tisch zum Auflegen der Hölzer, wie die Kreissägen (S. 647)[5]) und wird nicht selten mit anderen Holzbearbeitungsmaschinen gepaart.[6])

10) Raspeln.[7]) Ihre Beschaffenheit wurde bereits früher angegeben (I, 395 u. S. 500). Sie sind, der Art ihrer Wirkung nach, den Sägen verwandt und leisten für die Verarbeitung des Holzes dasselbe, wie die Feilen für die Metalle; doch ist die Häufigkeit ihrer Anwendung jener der Feilen nicht gleichzustellen, weil man mit letzteren auf Metall auch

---

[1]) D. p. J. 1863, **169**, 170 m. Abb.; 1885, **258**, 202 m. Abb.
[2]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1870, S. 97 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1877, **224**, 157.
[4]) D. p. J. 1885, **257**, 306 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1874, **213**, 193 m. Abb.; 1875, **217**, 17 m. Abb.; 1885, **256**, 224 m. Abb., **258**, 9 m. Abb.; 1886, **259**, 14 m. Abb.; 1887, **263**, 17 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1886, **260**, 19 m. Abb.; 1887, **265**, 49 m. Abb.
[7]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 11, S. 544.

ebene Flächen bearbeitet, welche dagegen bei Holz viel leichter und besser durch das Hobeln erhalten werden. Dem Holzarbeiter bleiben daher die Raspeln fast nur zur Ausbildung unebener (sowohl hohler als gewölbter) Oberflächen Bedürfnis, teils um solche ganz und gar auszuarbeiten, teils um in manchen Fällen die mit dem Stechzeuge (S. 637) u. s. w. hervorgebrachten Löcher, Vertiefungen oder Erhöhungen zu glätten.

Feilen werden auf Holz höchst selten (nur zuweilen bei den härtesten Holzarten) gebraucht, weil ihr Hieb von den weichen sich hineindrückenden Spänen sogleich verstopft, mithin unwirksam gemacht werden würde. Der aus einzeln stehenden Zähnen gebildete Raspelhieb ist diesem Nachteile nicht unterworfen, aber die Raspel muss sehr feine und dicht stehende Zähne haben, wenn sie einigermassen glatt arbeiten soll. Man bedarf daher grober Raspeln zum Vorarbeiten, wo es hauptsächlich auf Schnelligkeit ankommt, und feiner zum Glätten der Arbeit. Die gröbsten Raspeln enthalten ungefähr 6 Zähne auf 1 *qcm* Fläche, die feinsten unter den gewöhnlich vorkommenden 60 bis 70; nur bei einigen der kleinsten Arten steigt die Zahl auf 150 oder 160. Vergleicht man damit den Hieb der Feilen, so ergiebt sich der Vorzug dieser letzteren — hinsichtlich der Tauglichkeit zur Darstellung einer glatten Fläche — ganz entschieden. Die gröbsten Armfeilen (S. 297) enthalten nämlich etwa 13 Zähnchen auf 1 *qcm* (10 Einschnitte des Oberhiebes und 8 des Unterhiebes in 25 *mm* Länge); mittelgrosse Bastardfeilen z. B. 368 Zähnchen (beziehungsweise 50 und 46 Einschnitte); kleine Schlichtfeilen — ohne die Uhrmacherfeilen in Betracht zu ziehen — wenigstens 1700 Zähnchen im *qcm*.

Nach der Grösse sind die Raspeln verschieden (von 7 bis 40 *cm* lang); ebenso nach der Gestalt, in welcher letzteren Beziehung die bei den Feilen gewöhnlichsten Abänderungen (S. 297 bis 299) auch hier vorkommen. Es giebt nämlich:

Flache Raspeln. Die meisten sind spitzig, und also in der Gestalt mit den spitzflachen Feilen übereinstimmend; auf den zwei schmalen Seiten befindet sich nicht der eigentümliche Raspelhieb, sondern ein grober einfacher Feilenhieb. Man hat aber auch Ansatz-Raspeln, welche gleich den Ansatzfeilen in der ganzen Länge von einerlei Breite, und auf einer schmalen Seite glatt (ohne Hieb) sind, desgleichen ähnliche breite flache Raspeln, bei welchen beide schmale Seiten glatt, und solche, wo beide auf die erwähnte Weise gehauen sind. Die flachen Drechsler-Raspeln sind fast ebenso dick als breit; manchmal mit abgerundeten Kanten, wodurch sich ihr Querschnitt dem Ovale nähert (ovale Drechsler-Raspeln). Mit dem Namen Raspelfeilen bezeichnet man flache Raspeln, welche auf einer ihrer breiten Flächen einen doppelten Feilenhieb (Unter- und Oberhieb) enthalten, während die andere wie eine Raspel gehauen ist.

Halbrunde Raspeln, von der Gestalt der halbrunden Feilen. Ausser dem auf beiden Flächen befindlichen Raspelhiebe sind auf den zwei Kanten mit einem schneidigen Meissel kleine Einschnitte gemacht, wodurch Zähne entstehen, vermittels welcher das Werkzeug auch zur Bildung schmaler Einschnitte u. dgl. brauchbar wird.

Die flachen und halbrunden Arten sind allgemein üblich, wogegen die folgenden seltener und zum Teil sehr wenig vorkommen.

Vierkantige Raspeln, quadratisch im Querschnitte, spitz; an den Kanten durch kleine Einschnitte gezahnt. Dreikantige Raspeln, spitz, mit drei gleichen Flächen und feingezahnten Kanten. Messerraspeln, von der Gestalt der Messerfeilen, auf den zwei schmalen Seiten mit einem einfachen Feilenhiebe versehen. Vogelzungen-Raspeln. Runde Raspeln. Ausser den auf gewöhnliche Weise gehauenen ist eine aus England stammende Art derselben anzuführen, welche dadurch erhalten wird, dass man eine spitzige im Querschnitt quadratische oder sechseckige Stahlstange (deren Flächen man allenfalls vorher rinnenartig hohl ausfeilen kann) auf allen Kanten mit eingefeilten oder durch den Meissel eingehauenen Kerben versieht und dann, glühend, schraubenartig windet (etwa auf 25 *mm* der Länge eine Umdrehung). Die zwischen den

Kerben stehengebliebenen scharfen Zähne treten dadurch weiter auseinander und kommen in Linien zu stehen, welche wie die Gänge eines vier- oder sechsfachen Schraubengewindes auf der Oberfläche der Raspel herumlaufen. Dieser Hieb ist leicht zu verfertigen und verstopft sich nicht im mindesten mit Spänen, greift daher immer scharf an; er macht auch eine glättere Fläche auf dem Holze, als man nach der Grösse und gegenseitigen Entfernung der Zähne vermuten sollte. Riffel-Raspeln, gleich den Riffelfeilen (S. 352) zur Ausarbeitung runder oder geschweifter Vertiefungen (für Bildhauer u. s. w.) bestimmt, daher mehr oder weniger gekrümmt; übrigens im Querschnitte flachviereckig, halbrund, oval u. s. w. Hierzu gehören auch die zungenförmigen Kolbenraspeln (der Büchsenschäfter) mit ovalem Querschnitte und rundaufgebogenem Ende.

Die englischen Holzarbeiter gebrauchen (I, 395) Werkzeuge[1]), welche ihrer Bestimmung nach den Raspeln verwandt, in der Wirkungsweise mehr den einhiebigen Feilen ähnlich, aber auch von diesen durch ihre Gestalt wesentlich verschieden sind. Sie enthalten nämlich keinen Hieb, sondern bekommen vermöge tiefer schräger Einschnitte auf ihrer Fläche 10 bis 12 Schärfen, welche nach Art von Hobeleisenschneiden das Holz angreifen. Man hat dieselben (so in Japan) auch aus einer grösseren Zahl scharfrandiger Stahlplättchen von quadratischer Form hergestellt, welche mittels einer vierseitigen Durchbrechung auf einen vierseitigen (mit Handgriff versehenen) Eisenstab aufgereiht und durch eine Schraube aneinandergedrückt werden.

11) Hobel (I, 390).[2]) Die Hobel sind je nach ihrem Zweck sehr verschiedenartig eingerichtet; ihre Verwendung ist eine sehr vielseitige, wie denn die Hobel zu den gebräuchlichsten Werkzeugen der Holzarbeiter gehören.

Der Hobel besteht aus zwei Hauptteilen, nämlich dem Kasten (Hobelkasten) und dem Eisen oder Hobeleisen. Ersterer wird aus hartem Holz (am häufigsten Weissbuchenholz), neuerdings auch aus Eisen gefertigt. Seine untere Fläche (die Sohle) soll auf dem Werkstück gleiten und ist demzufolge meistens eben, zuweilen aber einfach oder doppelt gekrümmt, oder reicher gegliedert.

Etwa in der Mitte der Länge ist der Hobelkasten von oben nach unten durchbrochen, um das Hobeleisen aufzunehmen, dessen Ebene gewöhnlich um etwa 45° gegen die Längenrichtung der Hobelsohle geneigt ist; nur ausnahmsweise ist dieser Neigungswinkel erheblich kleiner (bei Putzhobeln bis herab zu 30°), häufiger etwas grösser und für besondere Zwecke stellt man das Hobeleisen senkrecht zur Längenrichtung der Hobelsohle. Der Hobel wird von dem Arbeiter mit beiden Händen erfasst, um ihn gegen das Werkstück zu drücken und ihn über dasselbe hinwegzuführen. Es liegt dann die aus der Sohle hervorragende Schneide des Hobeleisens der linken Hand zunächst, während das nach oben aus dem Hobelkasten hervorstehende Hobeleisenende sich in der Nähe der rechten Hand befindet. Oft giebt man dem Hobelkasten dort, wo die linke Hand anzufassen hat, eine Hervorragung (die Nase); die grösseren Hobel erhalten für die rechte Hand hinter dem Hobeleisen regelmässig einen ring- oder stabartigen Griff. Die in erster Linie zur Aufnahme des Hobeleisens dienende Durchbrechung des Hobelkastens ist vor dem Hobeleisen

---

[1]) D. p. J. 1852, **126**, 403.

[2]) Prechtl, Technolog. Encyklop. 1836, Bd. 7, S. 484 m. Abb.; 1837, Bd. 8, S. 563 m. Abb. F. v. Wertheim, Werkzeugkunde, Wien 1869.

so erweitert, dass nicht allein die Befestigungsmittel des Hobeleisens Raum finden, sondern auch der vom Holz abgehobene Span (Hobelspan) hier emporsteigen kann.

Das Hobeleisen besteht selten ganz aus Stahl, gewöhnlich aus zwei flach aufeinandergeschweissten Platten von Eisen und Stahl; die Zuschärfung geschieht (unter einem Winkel von 30 bis 35 Grad) nur von einer Seite, nämlich von der des unten liegenden Eisens, sodass die Schneide an der Stahlseite sich befindet. Seine Wirkung ist der eines Messers zu vergleichen, wobei der Kasten den dreifachen Nutzen hat: die Schneide in stets gleichbleibender Lage dem Werkstück gegenüber zu erhalten, ein zu starkes Eindringen der Schneide zu verhüten und das Holz vor dem Einreissen zu schützen (I, 390).

Hobel werden hauptsächlich angewendet: a. zum Ausarbeiten und Glätten ebener Flächen oder solcher, welche eine einfache (hohle oder gewölbte) Krümmung nach nicht zu kleinem Halbmesser haben; b. zur Verfertigung von Leistenwerk, Gesimsgliedern und ganzen Gesimsen, wobei mehr oder weniger schmale, teils ebene, teils nach kleinen Halbmessern gekrümmte Flächen vorkommen; c. zur Gestaltung hölzerner Bestandteile behufs ihrer Zusammenfügung.

Die Hobel zu dem unter c. genannten Zwecke werden am besten in dem von den Holzverbindungen handelnden Abschnitte betrachtet; hier ist also nur von den übrigen zwei Gattungen die Rede. Dabei wird die Aufmerksamkeit zunächst und hauptsächlich den Tischlerhobeln, als den am allgemeinsten vorkommenden, zugewendet, jedoch das Nötige über die Hobel anderer Holzarbeiter gelegentlich beigefügt werden.

Das mit den Hobeln zu bearbeitende Holz wird in der Regel auf der Hobelbank (S. 631) eingespannt. Um Flächen auszuarbeiten, welche unter genau bestimmten Winkeln gegen andere Flächen stehen müssen, nimmt man die Stosslade[1]) zu Hilfe, von welcher es drei Arten giebt: die Winkelstosslade für rechtwinklig zusammenstossende Flächen, mit verschiedentlich abgeänderter Einrichtung; die Gehrungsstosslade für Flächen, welche unter 45° geneigt sind; die Kropflade, Verkröpfungslade, zur Hervorbringung zweier gleichlaufender Gehrungsflächen bei Kröpfungen an Gesimsen. Der Gehrungsstosslade kann man eine Bauart geben, wonach sie sich auch für andere Winkel, als den von 45°, stellen lässt.[2])

A. Hobel zum Ebnen und Glätten. Wenn es darauf ankommt, ein rohes Brett aus dem Groben abzuhobeln, und demnach mehr die Absicht ist, durch ein tief eingreifendes, dicke Späne abnehmendes Eisen die Arbeit schnell zu fördern, als eine glatte Fläche zu erzeugen, so bedient man sich des Schrobhobels (Schropp-, Schrupp-, Schrothobel) von 25 bis 27 *cm* Länge, mit flacher Sohle. Das Schrobhobel-Eisen ist 24 bis 36 *mm* breit; seine Schneide ist stark gekrümmt.

Zur Hervorbringung glatter ebener Flächen muss die Schneide des Eisens geradlinig sein, und man rundet nur die beiden Ecken desselben etwas ab, damit sie keine Furchen in das Holz reissen. Solche Eisen (Schlichteisen) sind entweder einfach oder doppelt. Die einfachen Eisen bestehen aus einer einzigen, von der Rückseite her zugeschärften Klinge, das Doppeleisen (I, 391) ist aus dieser und aus einer auf deren Vorderfläche liegenden Stahlplatte (Deckel, Deckplatte, Klappe) zusammengesetzt, welch letztere eine solche Lage hat, dass der Hobelspan im Augenblick des Entstehens dagegen stösst, fast unter

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 7, S. 481 m. Abb.
[2]) Polyt. Centralbl. 1848, S. 294.

rechtem Winkel von der Arbeitsfläche aufzusteigen genötigt ist und folglich geknickt wird. Hierdurch eignen sich die Doppeleisen vortrefflich zum Reinhobeln (Abputzen) verwachsener Holzarten, welche leicht ausspringen oder einreissen und durch das einfache Eisen nicht leicht eine glatte Oberfläche erhalten.

Die Hobel, in welchen die vorbeschriebenen (sowohl einfachen als doppelten) Schlichteisen gebraucht werden, sind an Grösse verschieden, und erhalten hiernach mehrerlei Namen. Die Länge des Hobels ist bei der Bearbeitung ebener Flächen von wesentlichem Einflusse; denn in je grösserer Ausdehnung die Hobelsohle die Arbeitsfläche berührt, desto sicherer muss diese, der Ebene der Sohle angemessen, selbst eben werden. Man würde, diesem Grundsatze gemäss, überall sehr lange Hobel anwenden müssen, wenn nicht dadurch die Arbeit, wegen der beschwerlicheren Führung des Werkzeuges, langsamer von statten ginge. Für die Fälle, wo die strengste Ebenheit der gehobelten Fläche nicht erfordert wird, bedient man sich daher nur eines kurzen (25 bis 30 *cm* langen) Hobels, nämlich des Schlichthobels, der entweder mit einem einfachen oder mit einem doppelten Eisen versehen wird und 5 bis 6 *cm* breit ist. Man kann ihn so einrichten, dass er gestattet, dem Eisen nach Bedürfnis eine mehr oder weniger geneigte Stellung zu geben. Der einfache Schlichthobel unterscheidet sich wieder in den groben Schlichthobel, bei welchem die Schneide nach einem äusserst flachen Bogen gekrümmt ist, der mithin den Übergang vom Schrobhobel bildet, und in den feinen Schlichthobel, mit völlig geradliniger Schneide. Die Schneide des doppelten Schlichthobels, Doppelhobels ist stets ganz gerade (mit abgerundeten Ecken). Zum Abhobeln sowohl grosser als kleiner Flächen, die man sehr genau eben darstellen will, wird die (vom Schlichthobel nur durch die Grösse verschiedene) Rauhbank gebraucht, welche 60 bis 75 *cm* lang, 7 *cm* breit ist und ein einfaches oder doppeltes Schlichteisen erhält, wodurch die Benennungen einfache Rauhbank, Doppel-Rauhbank sich erklären. Manchmal hat man kleine, nur 45 bis 50 *cm* lange Rauhbänke.

Noch grösser, als die Rauhbank und überhaupt der grösste Hobel in den Tischler-Werkstätten, ist die Fügebank oder Fugbank, womit lange Bretter an den Kanten recht gerade abgehobelt (gefügt) werden, wenn man aus denselben grössere Flächen, z. B. Fussböden, zusammensetzen will. Die Bretter werden hierbei, wenn sie für die Hobelbank zu lang sind, in den Fügeböcken (S. 631) eingespannt. Oft ist die Fügebank nichts weiter als eine 90 *cm* lange Rauhbank (Rauhbank zum Fügen); die eigentliche Fügebank unterscheidet sich hiervon durch zwei Umstände: erstens wird sie von zwei Personen geführt und hat vorn an jeder Seite ein Heft, woran ein Arbeiter zieht, während ein anderer von hinten nachschiebt; zweitens sind auf den beiden Rändern ihrer Sohle niedrige und schmale, in der ganzen Länge hinlaufende Leisten aufgeschraubt, welche auf den schon gerade zugerichteten Kanten zweier Bretter (Stossladen) hingehen, zwischen denen das zu fügende Brett eingespannt ist. So sichert man die Richtigkeit der bearbeiteten schmalen Fläche, indem man dem Seitwärtsschwanken des Werkzeuges vorbeugt. Die Leisten schützen auch vor dem möglichen Abgleiten des Werkzeuges von der schmalen Arbeitsfläche.

Um die Hobelsohle längere Zeit in brauchbarem Zustande zu erhalten, belegt man wohl denjenigen Teil, welcher unmittelbar vor dem Spalt liegt, aus dem das Eisen hervorragt, mit Metall (meistens Messing) oder bedeckt die ganze Hobelsohle mit einer Metallplatte, oder endlich macht den Hobelkasten überhaupt aus Eisen.[1]) Der eiserne Hobelkasten erleichtert gleichzeitig eine bessere Befestigungsweise des Hobeleisens, als diejenige mittels eines Keiles.

Derjenige Sohlenteil, welcher unmittelbar vor dem Hobeleisen sich befindet, hat bekanntlich die wichtige Aufgabe (I, 390), das Einreissen des Holzes möglichst zu verhüten; er vermag solches um so eher, je enger der Spalt zwischen

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1873, S. 553 m. Abb.
D. p. J. 1887, **266**, 111 m. Abb.
Exner-Pfaff, Holzbearbeitung, Bd. 3, Weimar 1883, S. 59 m. Abb.

seiner Kante und dem Hobeleisen ist. Da nun dieser Spalt weit genug sein muss, um den Span hindurchzulassen, so liegt nahe, seine Weite einstellbar zu machen. Namentlich für Putzhobel (zum letzten Abputzen des Holzes) ist hiervon seit lange Gebrauch gemacht worden, einige Neuerungen[1]) beziehen sich auf die Einzeldurchbildung.

Gelegentliche Erwähnung verdienen zwei Hobel, die nicht eigentlich zur Bearbeitung des Holzes bestimmt sind, nämlich der Probierhobel, ein kleiner (9 *cm* langer, 3 *cm* breiter) Schrobhobel, womit man rohe Bohlen u. s. w. anhobelt, um Farbe und Zeichnung des Holzes zu erkennen; ferner ein ganz kurzer, mit Stiel und hölzernem Hefte versehener, ein einfaches Schlichteisen enthaltender Hobel, um alte Aufschriften von Kistendeckeln abzuschaben.

Neben dem Keilloch des gewöhnlichen Hobels befinden sich zu beiden Seiten schmale Teile des Hobelkastens (die sog. Wangen), welche dies Loch in seiner ganzen Höhe links und rechts begrenzen, wodurch die Notwendigkeit entsteht, das Eisen um 12 bis 18 *mm* schmäler zu machen, als den Hobel.

Wenn eine Fläche, an welche eine andere im stumpfen oder rechten Winkel stösst, bis zu der Bruchkante bearbeitet werden soll, so benützt man den eigenartigen Simshobel (I, 392)[2]) dessen Eisen obenhin schmal und in ein Loch des Kastens eingekeilt, unten hingegen breiter ist, und sich über die ganze Breite der Sohle, ja sogar noch ein wenig darüber hinaus erstreckt. Die Länge des Simshobels beträgt 25 bis 30 *cm*, seine Breite nur 1 bis 4 *cm*. Den gewöhnlichen geraden Simshobel versieht man zuweilen mit einem Doppeleisen. Andere Arten sind der steile Simshobel (dessen Eisen unter 65°, statt 45°, gegen die Sohle geneigt ist), zum Arbeiten auf hartem, sprödem, maserigem oder ästigem Holze (vgl. S. 656); und der schräge Simshobel, bei welchem die Schneide des Eisens in schräger Richtung quer über die Sohle steht, damit es auf Querholz oder Hirnholz reiner schneide, ohne einzureissen.

Ein schräges Hobeleisen (welches auch in anderen Fällen Anwendung findet, s. unten) unterscheidet sich in seiner Wirkungsweise folgendermassen von dem geraden Hobeleisen, dessen Schneide eine rechtwinklig zur Hobellänge gestellte Linie bildet (I, 393). Während beim Hobeln auf Querholz (unter rechtem Winkel gegen den Faserlauf) das gerade Eisen eine bestimmte Faser mit der ganzen Ausdehnung der Schneide gleichzeitig fasst, gewaltsam aufhebt, herausreisst oder wegsprengt, daher eine mehr oder weniger rauhe Fläche erzeugt, greift das schräge Eisen mit dem zuerst ankommenden vorderen Endpunkte seiner Schneide früher an, worauf alsdann die übrigen Punkte der Schneide in der Reihe nachfolgen, sodass die Ablösung einer jeden Faser auf den verschiedenen Punkten ihrer Länge allmählich stattfindet, ähnlich wie beim Hobeln auf Längenholz; dadurch fällt die gehobelte Fläche weit glätter aus. Mit dem Schlichthobel ist man, bei Bearbeitung grösserer Flächen, gewöhnlich in der Lage, das Hobeln über Querholz ganz zu vermeiden, oder wenigstens durch schräge Führung des Hobels die eben erklärte Wirkungsart zu erlangen: nicht so aber auf schmalen Flächen, oder wenn die Arbeitsfläche von einer daran liegenden Erhöhung begrenzt ist; in diesem Falle ist der Weg des Hobels vorgeschrieben und man muss durch Anbringung eines schrägen Eisens helfen. Es ist zu gleichem Zweck vorgeschlagen worden[3]), das Hobeleisen ⌊förmig im Querschnitt zu machen und ähnlich wie einen gewöhnlichen Grabstichel anzuschleifen. Das Eisen wird dann so in den Hobelkasten gesteckt, dass die Spitze in der Mitte liegt und die beiden Schneidkanten, um gleiche Winkel von der Längenachse des Hobels abweichend, gleichsam zwei aneinandergefügte schrägliegende Hobeleisen bilden.

Um die Kante eines Arbeitsstückes in Gestalt eines rechten Winkels vertieft auszuhobeln, und so einen Falz zu bilden (z. B. auf der Rückseite von

---

[1]) Wochenschr. d. V. d. I. 1883, S. 72 m. Abb.
D. p. J. 1883, **249**, 107 m. Abb.; 1887, **265**, 299 m. Abb.

[2]) Polyt. Centralbl. 1843, S. 539, 540; 1856, S. 603 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1883, **249**, 108 m. Abb.

Bilderrahmen, an Fensterflügeln zum Einsetzen des Glases und zum Anschlag gegen den Futterrahmen u. s. w.), dient der Falzhobel, welcher sich vom geraden Simshobel nur dadurch unterscheidet, dass längs der einen Kante der Sohle eine nach unten vorspringende Leiste (der Anschlag oder Backen) hinläuft, damit der Hobel stets gerade an dem Holze fortgeführt werden kann (I, 393). Von diesem einfachen Falzhobel ist der stellbare Falzhobel dadurch verschieden, dass er einen beweglichen Anschlag hat, welcher versetzt werden kann, um nach Belieben das Aushobeln breiterer und schmälerer Falze zu gestatten. — Zur Verbreiterung eines schon vorhandenen Falzes dient der seitwärts schneidende Sims- oder Falzhobel, Wandhobel, dessen Eisen — wie schon der Name anzeigt — die Schneide an einer seiner Seitenkanten hat. Er kann bei verschiedenen Gelegenheiten gebraucht werden, wo wegen Enge des Raumes ein gewöhnlicher Simshobel nicht angewendet werden kann (z. B. um die Seitenwände einer breiten rechtwinkligen Furche abzuhobeln, u. dgl.). Zu solchen Zwecken hat man in deutschen Werkstätten häufiger den Wangenhobel, Wandhobel, welcher an der Sohle viel breiter ist, als im oberen Teile des Kastens. Sowohl der Querschnitt des Kastens, als die Fläche des Eisens hat nämlich hier die Gestalt eines umgekehrten T (⊥), wovon man sich den Querstrich als einen niedrigen, unten mit der Schneide versehenen Teil denken muss, der die ganze Breite der Sohle einnimmt. Übrigens giebt es einfache und doppelte (mit Doppeleisen versehene), auch schräge Wangenhobel; in Bezug auf letztere gilt das vom schrägen Simshobel Gesagte.

Die Beschreibung eines sehr zusammengesetzten Falzhobels, welcher darauf berechnet ist, zugleich als Simshobel, Federhobel u. s. w. brauchbar zu sein, s. m. am unten angezeigten Orte.[1])

Der Zahnhobel unterscheidet sich von allen anderen Hobeln dadurch, dass sein sehr steiles — beinahe rechtwinklig zur Sohle stehendes — Eisen (Zahneisen) statt der Schneide eine Reihe feiner spitziger Zähne besitzt. Er wird gebraucht, um Holzflächen mit einer feinen, gleichmässigen Rauhigkeit zu versehen (was man Zahnen nennt), oder Gegenstände aus sehr harten und unregelmässig gewachsenen Holzarten zu bearbeiten, worauf man dieselben mittels des Schlichthobels glättet. Der erste Fall kommt immer bei furnierter Arbeit vor, wo man die miteinander in Berührung kommenden Flächen des Blindholzes und der Furniere mittels des Zahnhobels rauh macht, damit der Leim besser fasst. Die eigentümliche kratzende Wirkung des Zahneisens verursacht, dass es selbst auf gänzlich verwachsenen oder maserigen Hölzern keine Teile aussprengt.

Die bisher erklärten Hobel sind zunächst zur Ausarbeitung ebener Flächen bestimmt, werden aber auch auf gewölbten Gegenständen gebraucht, selbst wenn der Halbmesser dieser letzteren klein ist. Um z. B. runde Stöcke (Billardstöcke oder dgl.) darzustellen, macht man dieselben ursprünglich vierkantig, hobelt dann zunächst die Kanten bis zum Achteck ab, hierauf ebenso die acht Kanten bis zum Sechzehneck u. s. w. Die zuletzt bleibenden äusserst stumpfen Winkel sind durch geringes Abschaben zu vertilgen. So werden auch hölzerne Walzen (wie die Bäume an Webstühlen u. s. w.) mit der Rauhbank und dem gewöhnlichen Schlichthobel zugerichtet. Seltener kommen zur Bearbeitung gewölbter Flächen Hobel mit entsprechend hohler Sohle, Rundhobel oder Stabhobel vor. Bei dem Rundhobel liegt die Krümmung der Sohle in der Längenrichtung des Hobels; ihr Halbmesser wird zuweilen so klein gewählt (z. B. zur Erzeugung der Radspeichenzapfen u. s. w.), dass die Sohle eine fast oder ganz geschlossene Hohltrommel bildet.[2]) Derselbe besteht zuweilen aus zwei durch Schrauben verbundenen Teilen, von denen einer das Eisen oder jeder ein besonderes Eisen enthält. Die durch Behauen oder durch Bearbeitung mit einem gewöhnlichen Schlichthobel schon aus dem Rohen zugerichtete Stange wird

---

[1]) D. p. J. 1844, **94**, 183 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1838, **69**, 340; 1881, **242**, 22; 1887, **264**, 260, **266**, 110 sämtl. m. Abb.

zwischen die beiden Teile eingeklemmt, worauf man den Hobel umdreht und zugleich auf der Stange allmählich fortbewegt. Eine einfachere Bauart ist folgende: Der Hobel hat die Gestalt eines mit zwei einander gegenüberstehenden geraden Handgriffen versehenen, starken Ringes, welcher an einer Stelle seines Umkreises durch einen breiten Spalt geöffnet ist. Auf der einen Fläche dieses Spaltes liegt das Hobeleisen, dessen Schneide ein wenig innerhalb des inneren Ringrandes vorragt. Die Ringöffnung ist der Dicke des zu bearbeitenden Stockes oder Stabes angemessen, und somit bedarf man für jeden verschiedenen Durchmesser eines eigenen Hobels. Die Gebrauchsweise ist von der des vorstehend beschriebenen zweiteiligen Rundhobels nicht verschieden. Man kann zur Beschleunigung der Arbeit, bei Anfertigung langer runder Stöcke, einen Rundhobel in einer drehbankartigen Vorrichtung anbringen und ihn mittels derselben in drehende Bewegung setzen, während man das Holz allmählich mit der Hand einschiebt. Der Stabhobel (s. w. u.) besitzt eine in der Längenrichtung des Hobels gerade, in der Querrichtung hohle Sohle; die Schneide des Eisens muss dementsprechend kreisbogenförmig ausgehöhlt sein.

Für die Bearbeitung hohler Flächen sind dagegen besondere Hobel unentbehrlich. Die gewöhnlichsten darunter sind die, nach ihrer schiffähnlichen Gestalt benannten, Schiffhobel, deren Sohle der Länge nach gewölbt, der Breite nach gerade ist, und die man mit einem einfachen Schlichteisen, einem Doppeleisen oder einem Zahneisen versieht. Für Gegenstände von sehr verschiedenem Krümmungshalbmesser bedarf man natürlich mehr oder weniger stark gekrümmter Hobel; denn es ist zwar nicht erforderlich, dass die Krümmung der Hobelsohle mit jener der Arbeitsfläche übereinstimme, sie kann auch von kleinerem Halbmesser sein; doch darf der Unterschied nicht zu gross werden, damit der Hobel noch hinlängliche Berührung mit dem Holze hat, um mit Sicherheit geführt zu werden. Um mit einem Hobel sehr verschieden krumme Höhlungen bearbeiten zu können, ist die Hobelsohle sehr stark gekrümmt, auf derselben aber eine biegsame und elastische Stahlplatte angebracht, welche durch eine Stellvorrichtung mehr oder weniger gekrümmt werden kann.

Auch krumme Simshobel, mit bogenförmiger Sohle, gleich dem Schiffhobel, giebt es für solche Fälle, wo ein Simshobel auf hohlen Flächen gebraucht werden muss.

Für lange rinnenartige Höhlungen, die wegen ihres geringen Krümmungshalbmessers und auch schon wegen des Laufes der Holzfasern nicht nach der Quere mit dem Schiffhobel ausgehobelt werden können, bedient man sich eines runden Hobels, Kehlhobels, mit in der Längenrichtung gerader, aber der Breite nach gewölbter Sohle, der übrigens dem gewöhnlichen Schlichthobel gleicht, nur dass die Schneide des Eisens, der Krümmung der Sohle entsprechend, bogenförmig ist. Auch hier kann natürlich der Krümmungshalbmesser der Sohle kleiner sein, als jener der Arbeitsfläche.

Hobel, welche in der Einrichtung von den Tischlerhobeln abweichen, kommen bei mehreren andern Holzarbeitern vor, nirgends aber mehr als bei den Böttchern, wegen der hier ganz eigentümlichen Beschaffenheit der Arbeitstücke (Fässer u. s. w.). Zur vorläufigen Zurichtung der Fassstäbe (S. 596) auf den breiten Flächen, sowie zur Vollendung der Fugen (d. h. der schmalen Seiten, mit welchen die Dauben im Fasse einander berühren), dienen zwei Hobel, nämlich der Rauh- oder Schürfhobel und der Glatthobel. Ersterer entspricht dem Schrupphobel der Tischler und hat wie dieser ein Eisen mit bogenförmiger Schneide, aber auch die Sohle ist dementsprechend (der Breite nach) hohl gekrümmt. Der Glatthobel wird nach dem Rauhhobel angewendet, um die starken Spuren des letzteren zu vertilgen; er hat ein Eisen mit gerader Schneide und eine flache Sohle, wie der Schlichthobel bei den Tischlern; zuweilen wird er mit einem Doppeleisen gebraucht. Grosse Rauh- und Glatthobel werden mit querstehenden Griffen versehen und von zwei Personen bewegt (zweimänniger Rauhhobel und Glatthobel). Der Fugenhobel ist ein langer Glatthobel, womit die Fugen der Bodenstücke zu den Fässern abgehobelt werden. — Die grössten (den Rauh- und Fugbänken der Tischler entsprechenden) Hobel gebraucht der

Böttcher zum Bestossen der Fugen, d. h. um dieselben (bei den Dauben nach der erforderlichen Bogengestalt, bei den Bodenstücken ganz geradlinig) aus dem Groben zuzurichten. Es sind dies die Stossbank (Fugbank, Fügebank, Fügblock) und das Blöchel. Die Stossbank, welche 1,5 bis 3 *m* lang ist, hat das Eigentümliche, dass sie unbeweglich in schräger Richtung aufgestellt wird, und man das Holz über die nach oben gekehrte Sohle der Länge nach hinschiebt. Die Reifbank ist eine kleine (nur 0,9 bis 1,2 *m* lange) Stossbank, zu Arbeit von geringerer Grösse. Die Dauben sehr grosser Fässer würden, wenn sie auf der Stossbank zugerichtet werden sollten, eine gar zu bedeutende Länge dieses Werkzeuges voraussetzen, auch durch ihren Umfang und ihre Schwere unbequem zu handhaben sein. Man bestösst sie deshalb mittels des Blöchels, welches ein zweimänniger (von zwei Personen zu führender) 45 *cm* langer Hobel ist, den man über das unbeweglich eingespannte Holz hinführt.

Da an den Böttcherarbeiten verschiedene gekrümmte Oberflächen vorkommen, welche sich mit geraden Hobeln nicht bearbeiten lassen, so werden hierzu mancherlei krumme Hobel erfordert, wie es in diesem Masse bei keinem anderen Zweige der Holzverarbeitung der Fall ist. Hierher gehört zunächst der Stemmhobel, um die von den Hirnenden der Dauben gebildeten Fassränder (das sog. Gestemm) abzuhobeln. Diese Ränder sind gegen den Boden einwärts geneigt und bilden daher einen Teil einer Kegeloberfläche. Die Schneide des Hobels ist geradlinig, aber der Kasten dergestalt gekrümmt, dass die ganze Länge der Sohle immerfort die Dauben berührt. Man hat auch zweimännige Stemmhobel. — Der Gärbhobel gleicht dem Schiffhobel der Tischler (S. 657), ist nämlich auf der Sohle der Länge nach gewölbt, weil er gebraucht wird, um die innere Seite der Gefässe (bei Fässern in der Nähe der Enden, bei kleineren, offenen Gefässen in der ganzen Ausdehnung) glatt zu bearbeiten, und dabei quer über die Dauben geführt wird. Bei kleineren, nur mit einem Boden versehenen Gefässen muss zuweilen das Innere ausgehobelt werden, nachdem der Boden schon eingesetzt ist. In diesem Falle würde man mit dem Gärbhobel nicht bis dicht an den Boden hinarbeiten können; man bedient sich dann des Backenhobels, der dem Simshobel und Wangenhobel der Tischler, S. 655, 656 verwandt ist (insofern nämlich das Eisen an einer Seite des Kastens bis an den Rand des letzteren heraustritt), übrigens aber dem Gärbhobel gleicht. — Um die äussere (hohle) Seite der Fassböden, desgleichen das Innere von Bottichen u. dgl. in der Längenrichtung, zu bearbeiten, dient der Schabhobel, dessen Sohle nach Länge und Breite (doch mehr nach letzterer) gewölbt ist. Der Spatzenhobel ist ein Schabhobel, dessen Eisen nicht wie gewöhnlich mitten im Kasten, sondern ganz nahe am vorderen Ende angebracht ist, damit man im Innern eines Gefässes bis fast an den Boden, oder aussen auf einem schon eingesetzten Fassboden bis nahe an die darüber hervorragenden Dauben hobeln kann. — Die äussere Oberfläche der Fässer wird, nachdem alle Reifen abgenommen sind (wobei die Dauben demungeachtet zusammenhalten) durch Abhobeln nach der Länge geglättet (gestreift). Der Hobel, welcher hierzu dient (Streifhobel), hat eine der Breite nach hohle Sohle und ein Eisen mit entsprechend hohler Schneide. Bei Bottichen und überhaupt bei Gefässen mit einem Boden und geraden Stäben (welche ohne Reifen nicht zusammenhalten) geschieht das Streifen nach der Quere (indem man einige wenige Reifen sitzen lässt) mit dem Quer-Streifhobel, dessen Sohle nach der Länge hohl gekrümmt und dessen Eisen an der Schneide geradlinig ist.

Die Tischlerhobel sind meistenteils zu gross, um damit auf schmalen und kurzen, von einigen oder von allen Seiten eingeschlossenen Flächen zu arbeiten. Wo dieses letztere häufig vorkommt, muss man daher kleinere Hobel gebrauchen. Dies ist z. B. der Fall bei der Verfertigung von Kutschenkästen, wozu eigene Wagenkastenmacher-Hobel dienen. Diese sind, wegen ihrer Kleinheit, rückwärts mit einem verhältnismässig langen, etwas nach oben gerichteten Griffe versehen, werden zu grösserer Dauerhaftigkeit oft aus sehr hartem Holze (Grenadillholz, Pockholz u. s. w.) gemacht und auf der Sohle mit Messing oder (da dieses die Arbeit beschmutzt) besser mit Eisen, zuweilen statt dessen mit Knochen

oder Elfenbein, belegt. Man gebraucht gewöhnlich Wangenhobel und Falzhobel. Erstere sind den gleichnamigen Hobeln der Tischler ähnlich. Die Falzhobel gleichen den Simshobeln der Tischler; der krumme Falzhobel (Stosshobel) hat, wie ein Schiffhobel (S. 657) eine der Länge nach gewölbte Sohle und dient zur Ausarbeitung hohler Flächen.

Kleine eiserne Hobel sind bei den Instrumentenmachern, besonders zur Verfertigung der Geigen, gebräuchlich. Die Flachhobel haben eine ebene Sohle von eiförmigem Umrisse; das Eisen derselben ist demgemäss an der Schneide geradlinig, wird aber bei der Bearbeitung maseriger oder verwachsener Hölzer verkehrt eingelegt (die Zuschärfungsfläche der Schneide nach vorn), wodurch es mehr schabend als schneidend wirkt. Zur Ausarbeitung der vertieften Wölbungen und Schweifungen sind die Ausarbeit-Hobel bestimmt, bei welchen die Sohle gewölbt (sowohl der Länge als der Breite nach) und die Schneide des Eisens dementsprechend bogenförmig gestaltet ist.

Als ein hobelartiges Werkzeug muss endlich hier der sogenannte Schabhobel (Speichenhobel) angeführt werden, welcher von Wagnern und einigen anderen Holzarbeitern gebraucht wird, um schmale ebene oder gewölbte Oberflächen abzuschaben oder durch Wegschneiden dünner Späne zu glätten. Das Eisen desselben ist eine etwa 10 *cm* lange, 1 bis 3 *cm* breite, an einer langen Seite scharf geschliffene Klinge *k*, Fig. 131, welche in einer an zwei Griffen mit beiden Händen zu führenden, hölzernen Fassung *B* so befestigt ist, dass ein zu tiefes Eindringen der Schneide in das Werkstück *A* verhindert wird, und zugleich durch eine geringe Veränderung in der Stellung des Eisens nach Belieben starke oder schwache Späne *s* genommen werden können. Der Bandhobel der Böttcher (womit die zum Zusammenbinden hölzerner Fassreifen dienenden gespaltenen Weidenruten glatt abgezogen werden) stimmt hiermit wesentlich überein.

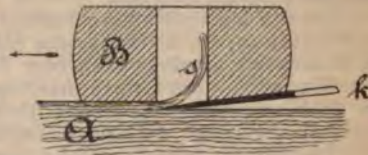


Fig. 131.

B. Hobel zur Ausarbeitung von Gesims- und Leistenwerk (Kehlungen).

Der Tischler bedarf hierzu einer Sammlung von Hobeln, welche Kehlhobel[1]) oder zusammengenommen das Kehlzeug genannt werden. An Möbeln kommen bekanntlich häufig ganze Gesimse vor; viele Gegenstände, z. B. Thüren u. dgl., erhalten oft nur eine aus wenigen Gesimsgliedern bestehende Einfassung (Kehlstoss) als Verzierung. Rahmen zu Spiegeln, Bildern u. s. w. sind ebenfalls meist gekehlt und werden aus entsprechend gestalteten Leisten, welche oft schon vor dem Zuschneiden und Zusammensetzen vergoldet sind (Goldleisten) zusammengesetzt. Grössere Gesimse werden gliedweise bearbeitet und dann zusammengesetzt; nur Kehlstösse und kleine Simswerke bildet man auf einmal im ganzen. Daher sind Hobel für die einzelnen Glieder und solche zur gleichzeitigen Ausarbeitung zweier oder mehrerer vereinigter Glieder erforderlich. In jedem Falle bildet man zuerst das Holz mit Schrupp- und Schlichthobel soviel möglich zu der beabsichtigten Gestalt, und gebraucht die Kehlhobel nur zur Vollendung, wodurch viel Zeit erspart wird. Die wesentlichste Eigentümlichkeit der Kehlhobel besteht im allgemeinen darin, dass ihre Eisen auf der Schneide nach der Gestalt der zu hobelnden Glieder ausgeschweift sind und dass die Sohle der ganzen Länge nach mit dieser Schneide übereinstimmend gestaltet ist. Oft sind die Eisen (Kehleisen) nicht gehärtet oder doch nur schwach federhart, damit man sie mit der Feile zurichten und schärfen kann; weit besser aber sind (hinsichtlich der Schärfe und Dauerhaftigkeit) solche Eisen, welche nach der Zurichtung gehärtet, dann gelb angelassen sind und mit Hand-

[1]) D. p. J. 1844, **94**, 187 m. Abb.

schleifsteinen scharfgemacht werden. Es verursacht nun grosse Schwierigkeiten, hierbei die Gestalt der Schneidkante völlig beizubehalten. Man hat zur Vermeidung dieses Übelstandes vorgeschlagen, das Eisen *E*, Fig. 132, auf der hinteren oder unteren Seite mit Rillen zu versehen, welche, wenn man die Zu-

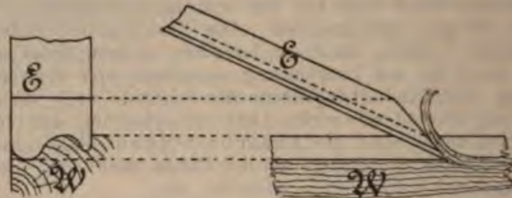


Fig. 132.

schärfungsfläche oben oder vorn anbringt, ohne weiteres den Verlauf der Querschnittsgestalt liefern. Es sind dann nur die verhältnismässig einfachen Vorschriften zu beachten: dass das Eisen *E* in der richtigen, flachen Neigung dem Werkstück *W* (bezw. der Hobelsohle) gegenüberliegt und der Zuschärfungswinkel stets der beabsichtigte wird.

Die Glieder, durch deren Verbindung Gesimse entstehen, sind: die Platte, das Plättchen; — der Stab, das Stäbchen, in drei verschiedenen Gestalten: als Rundstab, gedrückter oder französischer Stab, und Viertelstab oder Wulst; — die Hohlkehle, in den nämlichen drei Abänderungen wie der Stab, nämlich: eigentliche Hohlkehle, gedrückte Hohlkehle und Viertelhohlkehle, Anlauf; — der Karnies und der umgekehrte Karnies.

Die Platten, deren Oberfläche eben ist, werden mit dem doppelten Schlichthobel bearbeitet, und nach der Zusammensetzung des Gesimses mit dem Simshobel (S. 655) nachgeputzt. Das Eisen des Stabhobels hat eine hohle Schneide (welche bei dem Rundstabe ein Halbkreis, bei dem Viertelstabe ein Viertelkreis, bei dem gedrückten Stabe aus einer stärkeren und einer schwächeren Krümmung zusammengesetzt ist); die Schneide des Hohlkehlhobels ist gewölbt bogenförmig; jene des Karnieshobels *S*förmig. Alle diese Hobel muss der Arbeiter in vielen Abstufungen der Breite, nach der Grösse der Gesimsglieder, vorräthig haben. Namentlich hat man Stab- und Hohlkehl-Hobel (jederzeit paarweise zusammengehörig) von 0,5 bis 5 oder 6 *cm* breit. — Die Kehlhobel zu mehreren verbundenen Gliedern können sehr mannigfaltig sein, sowohl nach Grösse als Art und Anzahl der Glieder, welche damit auf einmal ausgearbeitet werden. So giebt es dergleichen für einen Rundstab und ein Plättchen, für einen Rundstab mit einem Plättchen an jeder Seite, für eine Hohlkehle zwischen zwei Plättchen, für einen Stab, eine Hohlkehle und zwei Platten, u. s. w.

Den Kehlhobeln sind auch die Fenstersprossen-Hobel (teils Stabhobel, teils Hohlkehlhobel, teils Hobel mit zusammengesetzten Kehlungen) beizuzählen; desgleichen die Hobel, womit gerippte und kannelierte Säulen, gerippte ebene Flächen[1]) u. s. w. ausgearbeitet werden. Um z. B. mehrere dicht nebeneinander liegende Rundstäbe auszuarbeiten, enthält das Hobeleisen 2, 3 oder 4 bogenförmige Ausschnitte, die Sohle ihrer ganzen Länge nach entsprechende Rinnen; die zwischen letzteren stehenden Kanten werden zu grösserer Dauerhaftigkeit aus eingelegten Streifchen Buchsbaumholz gebildet.

Endlich ist anzuführen die Plattbank, der Plattenhobel, womit hauptsächlich die breiten, rings um die Füllungen von Thüren, Wandgetäfel u. s. w. angebrachten Platten hervorgebracht werden. Die einfache gewöhnliche Plattbank ist von dem Falzhobel (S. 656) durch grössere Breite verschieden, übrigens demselben ähnlich. Durch einen Falz, welcher längs der einen Kante der Sohle

[1]) D. p. J. 1885, **256**, 108 m. Abb.

hinläuft, wird die fernere Wirkung des Hobeleisens verhindert, sobald dasselbe die Holzfläche innerhalb der Breite der Platte auf eine gewisse Tiefe weggenommen hat, und hierdurch die Höhe der Platte bestimmt. Die Breite hängt von jener des Hobels ab. Man hat aber auch Plattbänke, mit welchen Platten von verschiedener Breite und Höhe gehobelt werden können; diese enthalten zur Regelung der Breite einen verstellbaren Anschlag, welcher nach Erfordernis einen grösseren oder geringeren Teil der Hobelsohle bedeckt, — zur richtigen Bemessung der Höhe einen ebenfalls verstellbaren Auflauf. Da bei einer viereckigen Holztafel, welche an allen Seiten eine Platte erhalten soll, letztere an zwei Seiten in Querholz ausgearbeitet werden muss, so steht das Eisen der Plattbank schräg über die Sohle (S. 655), und auf der Linie, welche die Platte nach der Tafel hin begrenzt, müssen vorläufig die Holzfasern mit dem Schnitzer (S. 635) durchschnitten werden, um das Einreissen zu verhindern. Zu diesem Zweck wird gewöhnlich ein Messer (Vorschneider, I, 393) an dem Hobel selbst angebracht, sodass es, dem Hobeleisen vorausgehend, den erwähnten Schnitt während der Arbeit selbst macht.[1])

Zum Hobeln des Leistenwerks an Kutschenkästen gebrauchen die Wagenmacher verschiedene Kehlhobel, welche zwar mit jenen der Tischler in den wesentlichsten Punkten übereinstimmen, aber sehr klein sind und namentlich eine (aus Messing oder Eisen bestehende) nicht über 25 *mm* lange Sohle haben, damit man sie auch auf krummen Flächen anwenden kann.

Auch bei den Böttchern kommen mehrerlei Hobel zur Verzierung der Fässer vor, welche in die Klasse der Kehlhobel gehören. So pflegt man bei grossen Fässern zuweilen auf dem Boden geradliniges Leistenwerk (Stäbe, Hohlkehlen u. s. w.) anzubringen, wozu man sich des sogenannten Stabzeuges bedient. Mit diesem Namen bezeichnet man Hobel, welche eine gerade, verschiedentlich ausgekehlte Sohle, und ein Eisen mit angemessen geschweifter Schneide haben, ganz ähnlich den Kehlhobeln der Tischler. Häufiger werden die Böden mit kreisförmigen, ringartig in sich selbst zurückkehrenden Kehlungen versehen. Der hierzu bestimmte Hobel (Kranzhobel) ist — weil er im Kreise gehen muss — dergestalt gekrümmt, dass eine seiner Seitenflächen einen hohlen, die andere einen gleichachsigen gewölbten Bogen bildet. Dicht über der Sohle geht mitten von der hohlen Seite in der Richtung des Halbmessers ein Lineal (die Feder) aus, welches im Mittelpunkte des Fassbodens mittels eines Stiftes so befestigt wird, dass der Hobel sich in einem Kreise um jenen Mittelpunkt herumführen lässt, wobei das Lineal ihn stets auf dem richtigen Wege erhält. Von ähnlicher Einrichtung und Bestimmung ist der Bahnhobel. — Wenn, wie es nicht selten geschieht, auch der Frosch (d. h. der von den Enden der Dauben gebildete, über den Boden hervorragende Rand) auf der inneren Seite mit Reifen verziert werden soll, so hat man hierzu einen Kehlhobel, dessen Sohle nach Art eines Schiffhobels gekrümmt ist (Frosch-Bramschnitt).

12) Hobelmaschinen.[2]) Bei einer fabrikmässigen, durch Kraftmaschinen unterstützten Holzverarbeitung leisten Hobelmaschinen ausserordentlich wichtige Dienste, indem sie Arbeiten, welche sonst mittels verschiedener Arten von Handhobeln ausgeführt werden müssen, mit viel grösserer Geschwindigkeit und zum Teil auch vollkommener verrichten. Nur ausnahmsweise ist bei Maschinen dieser Art das Werkzeug ein wirklicher Hobel von mehr oder weniger Ähnlichkeit mit dem Handwerkzeuge dieses Namens, da die alsdann unausweichliche geradlinige hin- und hergehende Bewegung eine sehr grosse Geschwindigkeit nicht gestattet und

---

[1]) D. p. J. 1881, **242**, 21 m. Abb.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 525.
R. Schmidt, Die Maschinen z. Bearbeitung d. Holzes, 1. u. 2. Sammlung, Leipzig 1870, m. Abb.
Exner-Pfaff, Holzbearbeitung, Bd. 3, Weimar 1883, m. Abb.

eine bedeutende Zeit durch den unthätigen Rückgang der Schneidwerkzeuge verloren geht. In der Regel nimmt man seine Zuflucht zu einer stetigen Drehbewegung der Schneideisen und lässt diese ihren Kreislauf mit ungemein grosser Geschwindigkeit vollführen, während das Holz gegen sie vorgerückt wird. Die allgemeinen Zwecke, zu welchen Hobelmaschinen gebraucht werden, sind: das Glattabhobeln der Dielen (womit sehr oft die Bildung von Nuten und Federn an denselben, behufs nachheriger Zusammenfügung, verbunden ist), die Ausarbeitung von Kehlungen (S. 659), das Anschneiden von Zapfen und das Einschneiden von Schlitzen an Holzteilen, welche durch solche Gestaltung zur Herstellung von Holzverbindungen geeignet gemacht werden. Ausserdem kommen Hobelmaschinen zu besonderen Zwecken, nämlich zur Ausarbeitung bestimmter einzelner Gegenstände vor.

Unterwirft man die Anbringung und Wirkungsweise der Schneidwerkzeuge einer näheren Betrachtung, so ergiebt sich naturgemäss eine Unterscheidung der Hobelmaschinen in solche mit kreisendem, mit geradlinig bewegtem und mit ruhendem Schneidzeuge. Für den zuerst genannten Fall sind zwei Arten der Ausführung üblich: entweder werden die Messer, Schneid- oder Hobeleisen auf der Fläche einer Scheibe oder in Querarmen einer Welle dergestalt eingesetzt, dass sie sich bei deren Umdrehung kreisförmig (fast) in einer Ebene bewegen, welche gleichlaufend ist zu der angegriffenen Holzfläche, und dass sie das Arbeitstück in bogenförmigen Schnitten, welche quer über die Breite desselben laufen, abhobeln (Querhobelmaschinen); oder es befinden sich die Messer auf einer Welle, Scheibe oder Walze so angebracht, dass ihre Bewegung in einer Trommelfläche erfolgt und die Schnittrichtung mit der Länge und Bewegungsrichtung des Werkstücks zusammenfällt (Walzenhobelmaschinen, Langhobelmaschinen). Bei den Maschinen mit geradlinig bewegtem Schneidwerkzeug besteht dieses in einem wirklichen Hobel, welcher durch einen Mechanismus auf dem festliegenden Holze vor- und zurückgeschoben wird. Sind endlich die Hobeleisen ruhend, so folgt von selbst die Notwendigkeit, das Holz unter oder über denselben mit schiebender Bewegung fortschreiten zu lassen. Die Langhobelmaschinen zerteilen die abzuhobelnde Schicht in viele kurze Späne und bilden den Übergang zu den Fräsmaschinen.

A. Hobelmaschinen zu allgemeinen Zwecken, und zwar

1) Mit kreisendem Schneidzeuge:

a. Quer-Hobelmaschinen.[1]) Sie können ihrer Natur nach nur zum Ebnen der Flächen an Dielen, Bohlen und anderen Holzstücken dienen und zerfallen in Schrupphobelmaschinen und Schlichthobelmaschinen, je nachdem die Schneiden nach kleinem Halbmesser gebogen (I, 436) oder im wesentlichen geradlinig sind. Jeder Punkt der einzelnen Schneide bewegt sich im Bogen über das Werkstück hinweg und zwar so, dass der Mittelpunkt des Bogens neben dem ersteren liegt. Es kommt daher jeder Punkt der Schneiden zweimal über das Holz, was — da völlige Genauigkeit nicht zu erwarten ist — die Gefahr herbeiführt, dass die auf dem Vorwärtsgange erzeugte Fläche dem-

---

[1]) D. p. J. 1823, 7, 443; 1864, **173**, 241; 1869, **193**, 112.

nächst auf dem Rückwärtsgange der Schneide von dieser wieder getroffen und entstellt wird, sofern man die Drehachse der Messer winkelrecht gegen die zu erzeugende Ebene stellt. Man pflegt deshalb die Drehachse der Messer bis zu 5° von der zur Arbeitsfläche senkrechten Linie abweichen zu lassen, sodass — bei den Schlichthobelmaschinen — die geraden Schneiden mit der Drehachse einen entsprechend spitzen Winkel einschliessen, bezw. in der Fläche eines sehr stumpfen Kegels liegen.

Bei den Schrupphobelmaschinen liegen die gebogenen Messer in den Enden eines Doppelarmes oder eines Armkreuzes (I, 436), bei den Schlichthobelmaschinen an den Armen eines Kreuzes, oder in den Öffnungen einer Scheibe, auch wohl auf Vorsprüngen unter bezw. vor einer Scheibe. Die Scheibe hat für grössere Arbeit 0,8 bis 1,6 und sogar 3,6 *m* Durchmesser; die Anzahl der Schneideisen beträgt 2, 4 oder mehr. Die Welle der Scheibe steht etwa senkrecht, unter der letzteren wird das Holz mit einer Geschwindigkeit von 2 bis 6 *cm* in der Sekunde wagerecht durchgeführt; die Schnitte haben also die Gestalt von quer oder schräg über die Holzbreite laufenden Kreisbögen. Die Umdrehungszahl der Welle und Scheibe (oder der diese letztere vertretenden messertragenden Arme) ist so bemessen, dass die Geschwindigkeit der Schneideisen in ihrem Kreislaufe 17 bis 30 *m* in 1 Sekunde beträgt. Die Scheibe sitzt entweder am untersten Ende der Welle, und dann ist ein einziger Schlitten zur Führung des Holzes vorhanden; oder die Welle setzt sich unterhalb der Scheibe fort, in welchem Falle auf den zwei Seiten zwei (in entgegengesetzten Richtungen fortschreitende) Schlitten, jeder für ein besonderes Holz, angebracht werden können. — Kleine Maschinen mit z. B. nur 15 bis 30 *cm* grosser Scheibe baut man so, dass die Welle liegt und folglich das Holz auf einer senkrechten Seitenfläche gehobelt wird. Bringt man bei dieser Anordnung zwei Schneidscheiben auf getrennten Wellen so an, dass sie gleichlaufend einander gegenüberstehen, und führt man dann ein Holzstück zwischen denselben durch, so werden an letzterem zwei ebene Flächen gleichzeitig ausgearbeitet und es bestimmt sich durch die Grösse des Zwischenraumes zwischen den Scheiben die festgesetzte Dicke des gehobelten Holzes.[1]

An einer grösseren Querhobelmaschine wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen angestellt: Des grössten Arbeitstückes Höhe 28 *cm*, Breite 71 *cm*, Länge 3,65 *m*, Durchmesser der Schneidscheibe (von Stahlmitte zu Stahlmitte) 74 *cm*, minutliche Umdrehungszahl der Schneidscheibe 702, Schnittgeschwindigkeit 27,2 *m* sekundlich, Zahl der Stähle 4 (2 Schrotstähle, 2 Schlichtstähle), Zuschiebung für eine Umdrehung der Schneidscheibe 3,1 *mm*; grösste beobachtete stündliche Leistung $V = 0{,}233$ *cbm* Rotbuchenholz abgehobelt bei 375 *mm* Breite des Brettes, 5 *mm* Schnitthöhe, 1,55 *mm* Schnittbreite, $f = 7{,}55$ *qm* Spanquerschnitt; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 1{,}47$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 3{,}25$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine 15,66 . 2,17 = 33,9 *qm*, Gewicht derselben 5500 *kg*; allgemein ergab sich für diese Maschine der Arbeitsverbrauch zu

$$N = 1{,}47 + \varepsilon \,.\, V \text{ Pferdestärken,}$$

worin der Arbeitswert für Rotbuchenholz

$$\varepsilon = 3{,}16 + 0{,}5 \,.\, f \text{ beim Schruppen}$$
$$\varepsilon = 25 \text{ beim Schlichten,}$$

wenn f den ganzen Spanquerschnitt in Quadratmillimeter, V die stündlich zerspante Holzmenge in Kubikmeter bezeichnet.

b. Lang- oder Walzen-Hobelmaschinen. Sofern diese Maschinen zum Flachhobeln breiter Hölzer (Dielen, Parkettfriese u. s. w.) gebraucht werden, besteht deren Schneidwerkzeug (der Schneidkopf, Messerkopf, die Messerwalze, I, 436) aus einer durch Riemenbetrieb schnell um ihre Achse gedrehten liegenden eisernen Welle oder Walze, woran 2, 3 oder 4, selten bis 6, Messer oder Schneideisen in gleichen Abständen rund herum verteilt sind, welche das

[1]) D. p. J. 1855, **137**, 13 m. Abb.

unter (zuweilen über) dem Schneidkopfe vorübergeführte Brett u. s. w. nach dessen Längenrichtung (also nach dem Fasernlaufe) bestreichen und breite Späne davon abnehmen. Diese Art des Angriffes ist vorteilhafter für das Glatthobeln (Schlichten), als jene bei den Querhobelmaschinen (welche daher vorzugsweise zum Schruppen gebraucht werden), besonders wenn, wie jetzt immer, die Zuschiebung des Werkstückes in solcher Richtung erfolgt, dass die Messer nicht ins volle Holz schlagen, sondern von der schon bearbeiteten Seite her in die abzuhobelnde Schicht eindringen. Die Zuschiebung des Holzes geschieht meist durch Walzenpaare, welche dasselbe zwischen sich nehmen; zur Erreichung einer richtig ebenen Fläche ist es aber besser, das Holz auf einem Schlitten zu befestigen und samt diesem durch Zahnstange und Getriebe fortzubewegen. Die Länge des Schneidkopfes (demnach die grösste zu behobelnde Holzbreite) beträgt 20 bis 70 *cm*; der Durchmesser des von den Schneiden beschriebenen Kreises 15 bis 36 *cm*; die Anzahl der Umläufe des Schneidkopfes in 1 Minute 1200 bis 4000, daher die Anzahl der minutlichen Schnitte (je nach Anzahl der Messer) 2400 bis 8000 und die Geschwindigkeit der Schneiden in ihrem Kreislaufe auf 1 Sekunde 14 bis 28 *m*. Der Vorschub des Holzes (1 bis 4,8 *m* in der Minute) ist so berechnet, dass auf 1 *m* Länge 650 bis 3300 Schnitte fallen. Den Messern wird eine solche Lage gegeben, dass sie in dem Augenblicke des Eindringens in die Holzfläche etwa unter 45° zu derselben geneigt sind. Am gewöhnlichsten sind die Messerschneiden geradlinig, zur Achse des Schneidkopfes gleichlaufend, also rechtwinklig zur Bewegungsrichtung des Holzes und dergestalt angeordnet, dass eine jede die ganze Länge des Schneidkopfes einnimmt.[1]) Zuweilen verlaufen die Schneiden nach Schraubenlinien (I, 437).

Eine der wichtigsten Walzenhobelmaschinen für den allgemeinen Gebrauch ist die Abrichthobelmaschine. Sie hat ihren Namen daher, dass sie die Herstellung genauer Ebenen (soweit eine solche Genauigkeit bei Holz gefordert wird) ohne Umstände ermöglicht.

Man führt der Abrichthobelmaschine das Werkstück mittels der Hand zu. Der Schneid- oder Messerkopf *M*, Fig. 133, liegt unter einem (eisernen, genau

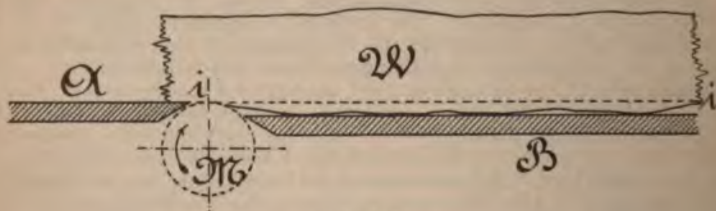


Fig. 133.

gehobelten) Tisch *AB*, dessen eine Hälfte, *A*, festliegt und mit ihrer verlängert gedachten Oberfläche den trommelförmigen Messerweg genau berührt, während die andere Hälfte, *B*, verstellbar ist. Es sei eine Fläche des Werkstückes *W* zu ebnen. Man hat *B* um so viel gegen *A* tiefer gelegt, als die zur Ebnung voraussichtlich abzunehmende Holzdicke beträgt, legt das vordere (linksseitige) Ende des Werkstückes auf den rechtsseitigen Rand der festen Tischhälfte und drückt im übrigen das Werkstück gegen die rechtsseitige Tischhälfte. Irgend eine Erhöhung des Werkstückes legt sich gegen die rechtsseitige Tischhälfte *B* und übernimmt, in Gemeinschaft des auf *A* ruhenden Holzes, die Führung des

---

[1]) Wiebe, Skizzenbuch, Heft 11, Taf. 2, 4, 5, Heft 27, Taf. 4; 1870, Heft 2, Bl. 3; 1872, Heft 6, Bl. 2.

Z. d. V. d. I. 1862, S. 443 m. Abb.

D. p. J. 1829, **31**, 348; 1831, **39**, 295; 1833, **47**, 94; 1862, **163**, 338; 1864, **173**, 345, 401; **174**, 329 m. Abb.

letzteren, sobald es dem Messerkopf zugeschoben wird. Sind, wie vorausgesetzt werden muss, die Oberflächen von *A* und *B* zu einander genau gleichlaufend, so muss auch die Zuschiebung gleichlaufend zu den Tischebenen stattfinden, d. h. alles Holz, welches unter die Oberfläche von *A* nach unten hervorragt, durch den Messerkopf hinweggenommen werden und eine ebene Fläche nach *ii* entstehen. Das ist allerdings nur so lange der Fall, als der anfänglich die Tischfläche *B* berührende und rechtsseitig führende Punkt des Holzes mit *B* in Fühlung bleibt. Wird er durch den Messerkopf demnächst vernichtet, so muss die bisher erzeugte Ebene an der Tischoberfläche *A* die Führung des Holzes allein übernehmen, zu welchem Zwecke der Arbeiter rechtzeitig den Druck der Hand entsprechend verschieben muss. Sofern die bis zum Eintritt des erwähnten Führungswechsels am Werkstück erzeugte Ebene noch nicht gross genug sein sollte, um die Führung übernehmen zu können, so wird das ganze Verfahren wiederholt.

Vermöge der besprochenen Eigenschaft der Abrichthobelmaschine, an beliebigen Werkstücken Ebenen auszubilden, gehört sie zu den beliebtesten Werkzeugmaschinen auch in solchen Werkstätten, welche auf den Gebrauch anderer Maschinen verzichten müssen; jeder Arbeiter, welcher eine Fläche abzurichten hat, benutzt die Maschine.

Man hat aber ihre Eigenart auch für andere Zwecke auszunutzen verstanden. Handelt es sich z. B. um die Anfertigung schlank zugespitzter Tisch- oder Stuhlbeine, so verfährt man wie folgt: Das Werkstück *W*, Fig. 134, ist als pris-

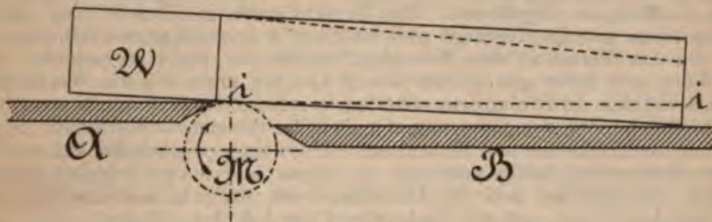


Fig. 134.

matischer Stab hergerichtet, die Tischfläche *B* wird gegenüber *A* um so viel gesenkt, als die einseitige Zuspitzung beträgt, und nunmehr das Werkstück an derjenigen Stelle auf den (rechtsseitigen) Rand der Tischhälfte *A* angelegt, an welcher die Zuspitzung beginnen soll. Man schiebt sodann *W* nach links über den Messerkopf *M*, welcher ohne weiteres, in der vorhin angegebenen Weise, die Ebene *ii* herstellt. Die anderen drei Ebenen werden geradeso hervorgebracht.

Die Abschrägung der Kante eines Brettes *W*, Fig. 135, wird gewonnen, indem man einen (festen oder einstellbaren) Backen *C* auf die feste Tischhälfte *A* schraubt und die stellbare Tischhälfte *B* gegenüber *A* so viel herabrückt, als die Höhe des wegzuschneidenden Holzes beträgt. Bei dem Vorschieben des Werkstückes *W* bildet alsdann der Messerkopf *M* die verlangte Ebene nach der Linie *ii*.

Man hat die Abrichthobelmaschine auch vorgerichtet, um in der Längenrichtung gegliederte Gegenstände (Säulchen u. s. w.) zu bearbeiten[1]) oder um Kehlungen auszuführen[2]); es ist auch versucht worden, den der Abrichthobelmaschine zu Grunde liegenden Gedanken für eine Maschine zum Hobeln hohler Gegenstände zu verwenden.[3])

Es ist bisher die höher liegende Tischhälfte *A* (Fig. 133, 134, 135) als die feste, die andere als die einstellbare bezeichnet. In Wirklichkeit sind beide

---

[1]) D. p. J. 1886, **262**, 504; 1888, **267**, 437 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1886, **259**, 120 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1880, **238**, 293 m. Abb.

Tischhälften einstellbar, die erstere, um ihre Höhenlage gegenüber dem Messerkopf genau gewinnen zu können, die zweite aus den schon angegebenen Gründen.

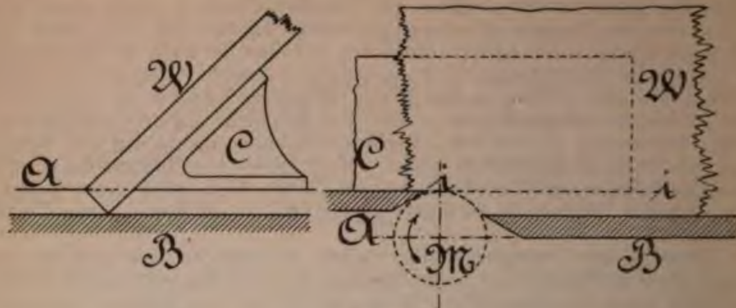


Fig. 135.

Es dürfen nun selbstverständlich die an den Messerkopf grenzenden Tischkanten nicht in die Bahn der Messer ragen; andererseits soll aber der Abstand dieser Kanten von einander, die Weite des von ihnen begrenzten Schlitzes möglichst gering sein, um die dem Arbeiter seitens des Messerkopfes drohende Gefahr nicht unnöthig zu vergrössern. Man bewirkt daher die Verschiebung der Tischhälften längs geneigt liegender gerader oder in bogenförmigen Bahnen.

Da das Werkstück dem Messerkopf mittels der Hand zugeschoben werden und diese auch einen genügenden Druck ausüben muss, um das Werkstück mit den Tischhälften in Fühlung zu erhalten, so verwendet man zur Bequemlichkeit, hauptsächlich aber zur Sicherung der Arbeiter besondere Werkzeuge zur Vermittlung des Anfassens und Festhaltens. Diese sind, je nach der Art der Werkstücke, sehr mannigfaltig gestaltet; es mögen hier einige Beispiele angeführt werden. Im Hinblick auf die Ähnlichkeit der Aufgabe mit derjenigen eines gewöhnlichen Hobels und der Vertrautheit der Arbeiter mit seiner Handhabung hat man den in Rede stehenden Werkzeugen wohl die Gestalt einer gewöhnlichen Rauhbank (S. 654) gegeben. In Fig. 136 bezeichnet *W* das Werkstück,

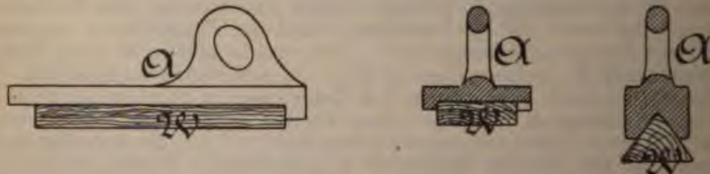


Fig. 136.

A das Werkzeug zum Zuschieben desselben. Die rechte Hand des Arbeiters legt sich an den Griff, die linke auf das entgegengesetzte Ende von *A*; die untere Fläche des Hilfswerkzeugs *A* ist der Gestalt des Werkstückes *W* angemessen. Nicht selten hält man für gut, *W* mit *A* fester zu verbinden, als durch das hier angenommene einfache Einlegen geschieht. Dann versieht man wohl die Unterfläche des Werkzeugs *A* mit vorstehenden Stacheln, welche in das Werkstück eindringen, oder bringt dort geeignete Einspannvorrichtungen an. Fig. 137 stellt eine derartige Vorrichtung im Schnitt dar. *T T* bezeichnen die Tischhälften der Abrichthobelmaschine, *W* das Werkstück (ein Horn einer Örtersäge (S. 649)), *A* das hobelartig gestaltete, das Anfassen vermittelnde Werkzeug. Man hat *W* rechts gegen eine Beilage *b* gelehnt und drückt es mittels der links befindlichen Klaue *e* an. Das Ausweichen nach oben verhindert einer-

seits die Beilage *c*, welche von den beiden senkrechten Stücken *d* gehalten wird, andererseits ein durch die Schraube *a* einstellbares Plättchen.

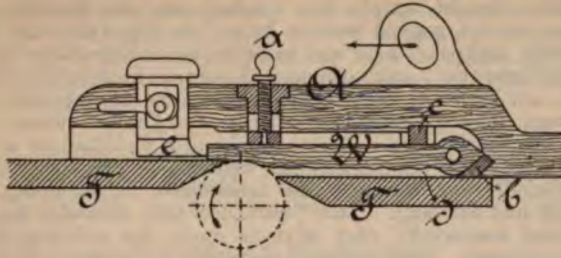


Fig. 137.

Bei der Walzenhobelmaschine mit mechanischem Vorschub ist der Stützung des Werkstücks ebenfalls grosse Sorgfalt zu widmen; es handelt sich darum, die Erschütterungen der Werkstücke möglichst zu mindern, um glatte Flächen zu erhalten. Zu diesem Zweck bringt man an der dem Messerkopf abgewendeten Seite eine feste Platte oder, wenn solches unthunlich ist, eine solche Platte an, welche winkelrecht zur Werkstücksrichtung gegen jedes Ausweichen geschützt ist. Auf die Arbeitsseite des Werkstückes drückt man sodann mittels geeigneter Vorrichtungen so auf das Holz, dass dasselbe sich fest an jene Platte legt[1]). Wenn, was häufig vorkommt[2]), das Werkstück während einmaligen Durchschreitens der Maschine an allen vier Seiten bearbeitet werden soll, so pflegt man der Stützung winkelrecht zu den schmalen Seiten des Werkstückes weniger Werth beizulegen. Die w. o. angedeuteten (nach Art der Metallhobelmaschinentische) beweglichen Schlitten zur Aufnahme der Werkstücke kommen verhältnismässig selten vor, da sie durch die erforderliche Rückwärtsbewegung Zeitverlust verursachen. Für bestimmte Zwecke wird der Schlitten wohl als endlose Kette[3]) oder als drehbare Platte[4]) ausgebildet.

Die Abänderungen, welche an der Lang-Hobelmaschine erforderlich werden, wenn es sich um Darstellung von Gesimsleisten oder gekehlter Arbeit überhaupt handelt, ergeben sich von selbst. Solche Kehlmaschinen[5]) enthalten 2 bis 6 Schneidmesser, welche nach Gestalt des auszuarbeitenden Querschnitts ausgeschnitten oder geschweift sind. Der Schneidkopf ist 10 bis 28 *cm* lang, die Messer werden nach Erfordernis breiter oder schmäler eingesetzt; für schmale Holzleisten enthält jedes Messer den ganzen Querschnitt, für sehr breite lässt man jedes einen anderen Theil desselben ausarbeiten. Selbst die tiefsten Kehlungen werden mit einem einzigen Durchgange des Holzes unter dem Schneidkopfe vollendet. Der Schneidkopf, dessen Durchmesser an den äussersten Stellen der Messer 18 bis 36 *cm* beträgt, macht 2000 Umdrehungen und mehr in 1 Minute, wobei die Geschwindigkeit der äussersten Punkte an den Messern sekundlich 18 bis 37 *m* erreicht. Die sekundliche Zuschiebung des Holzes ist 17 bis 33 *mm*, sodass 1000 bis 4000 Schnitte auf 1 *m* Länge fallen. — Zur Herstellung schmaler Kehlleisten, z. B. Fenstersprossen, kann man mehrere Schneidköpfe auf derselben Welle anbringen und das damit bearbeitete breitere Holz sofort durch

---

1) D. p. J. 1876, **221**, 403 m. Abb.; 1883, **249**, 290 m. Abb.; 1886, **261**, 351 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1883, S. 270 m. Abb.; 1885, S. 775 m. Abb.
2) D. p. J. 1879, **232**, 309 m. Abb.
3) D. p. J. 1874, **212**, 23 m. Abb.
4) D. p. J. 1873, **210**, 168 m. Abb.; 1887, **266**, 99 m. Abb.
5) Deutsche Gewerbezeitung 1856, S. 103.
D. p. J. 1883, **248**, 54 m. Abb.

Kreissägen in einzelne Leisten zertheilen lassen[1]. — Eine hübsche Anordnung an einer Hobelmaschine mit beweglichem Tisch, welche dieselbe befähigt, sowohl die wagerechte als auch die senkrechte (schmale) Seite des Werkstückes zu hobeln, bezw. zu kehlen, besteht darin[2], dass die Lagerung des Messerkopfes in senkrechter Ebene um 90° gedreht werden kann, um der Achse des Messerkopfes eine wagerechte, senkrechte oder eine zwischen diesen befindliche Lage zu geben.

Die Maschinen zum Zapfenschneiden (Zapfenschneidmaschine)[3] haben die Aufgabe, am Hirnende eines Holzstückes entweder nur zwei prismatische Eckstücke wegzunehmen, zwischen welchen der Zapfen stehen bleibt, oder mehrere gehörig voneinander entfernte Einschnitte (Schlitze) zu machen, wenn eine grössere Anzahl von Zapfen gebildet werden soll. Danach richtet sich die Zahl der gleichzeitig und nebeneinander arbeitenden Schneidmesser, sowie deren Grösse, Gestalt und Stellung. Nach Umständen wird entweder das Holz gegen den Schneidkopf vorgerückt, oder letzterer durch das unbewegliche Holz allmählich herabgelassen. Eine andere Anordnung zur Bildung einfacher Zapfen ist die, dass man zwei Schneidköpfe übereinander anbringt, deren wagerechte Achsen miteinander und mit der Längenrichtung des entstehenden Zapfens gleichlaufend liegen, und den einen von oben, den anderen von unten auf das Holz wirken lässt; man spannt in diesem Falle mehrere nebeneinander gelegte Hölzer zusammen ein und lässt sie als Ganzes zwischen den Schneidköpfen durchgehen in einer Richtung, welche mit den Achsen der Köpfe einen rechten Winkel bildet. Da, wo die Messer aus dem Holze hervortreten, ist das Holz zum Aussplittern geneigt. Um solches zu verhüten, muss das Werkstück an dieser Seite durch eine eiserne Fläche gestützt werden, deren Kante mit der herzustellenden Hirnholzkante abschneidet. An breitem Holze erzeugt man auf die beschriebene Weise sogenannte Federn; um an anderen solchen Stücken die zur Aufnahme der Feder dienende Nut hervorzubringen, oder um einen Falz auszuhobeln, wird nur der obere Schneidknopf gebraucht, welcher mit geschweiften Messern ausgerüstet wird, wenn man Kehlungen hobeln will. Die Zapfenschneidmaschinen enthalten meistens 3 oder 4, zuweilen 6 oder dagegen nur 1 Messer (beziehungsweise ebenso viele Messergruppen) in demselben Kreise; bei minutlich 1700 bis 2500 Umdrehungen und 24 *cm* Durchmesser des von den Schneiden beschriebenen Kreises beträgt die Geschwindigkeit derselben 20 bis 30 *m* auf 1 Sekunde; die Vorrückung des Holzes wird so bemessen, dass sie für jeden Schnitt 0,3 bis 0,44 *mm* beträgt.

An einer Lang-Hobelmaschine mit 2 geraden Messern und mit Walzenzuschiebung wurden die folgenden Messungen und Beobachtungen angestellt: Des grössten Arbeitstückes Breite 425, Dicke 190, Durchmesser der Messerwalze (von Schneide zu Schneide) 184 *mm*, Zuschärfungswinkel der Messer 35°, Anstellungswinkel 28°, minutliche Umdrehungszahl der Messerwalze 2340, sekundliche Schnittgeschwindigkeit 22,5 *m*, sekundliche Zuschiebung des Arbeitstückes 70 *mm*, für jede Umdrehung des Messerkopfes 1,8 *mm*; grösste beobachtete Leistung $V = 0{,}72$ *cbm* Fichtenholz zerspant bei 273 *mm* Arbeitsbreite, 10,5 *mm* Höhe der abgehobelten Schicht; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 1{,}27$ Pferdestärken, $N = 4{,}70$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine $1{,}48 \,.\, 1{,}37 = 2{,}03$ *qm*, Gewicht derselben 2000 *kg*; für den Arbeitswerth (Verbrauch an Nutzarbeit für 1 *cbm* stündlich zerspantes Holz) des Fichtenholzes ergab sich die Formel

$$\varepsilon = 2{,}5 + \frac{28}{h} \text{ Pferdestärken}$$

worin h die Höhe der abgehobelten Schicht in Millimeter bezeichnet, daher der gesamte Arbeitsverbrauch für die stündlich zerspante Holzmenge von V *cbm* sich nach der Formel

$$N = 1{,}27 + \varepsilon \,.\, V \text{ Pferdestärken}$$

berechnet.

[1]) Z. d. V. d. I. 1857, S. 40.
[2]) D. p. J. 1884, **255**, 326 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1843, **87**, 198 m. Abb.

An einer mit zwei Messern arbeitenden Zapfenschneidmaschine beobachtete Hartig folgendes: Durchmesser des Schneidkopfes 290 *mm*, Breite 96 *mm*, minutliche Umdrehungszahl desselben 1882, Schnittgeschwindigkeit 29,5 *m*, sekundliche Zuschiebung 1,33 bis 3,50 *mm*; grösste beobachtete stündliche Leistung $V =$ 0,086 *cbm* Fichtenholz zerspant bei 93 *mm* Schnittbreite, 74 *mm* Schichthöhe (Zapfenlänge), 140 *mm* Breite des geschnittenen Zapfens; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}62$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 2{,}87$ Pferdestärken, allgemein für Fichtenholz

$$N = 0{,}62 + 41{,}8 \,.\, V \text{ Pferdestärken;}$$

Raumbedarf der Maschine 1,52 . 0,965 = 1,47 *qm*, Gewicht derselben 1250 *kg*. Bei Messerwalzen ohne Vorschneider hatte sich der Arbeitswert statt $\varepsilon = 41{,}8$ zu $\varepsilon = 78{,}7$ Pferdestärken ergeben, woraus der Vorteil dieser Vorschneider ersichtlich wird.

2) Mit geradliniger Bewegung des Schneidzeuges.

Einrichtungen dieser Art, welche die Arbeit mit Handhobeln nachahmen, gebraucht man selten zu anderen Zwecken als etwa zur Herstellung gekehlter Leisten (Gesimsleisten), welche damit jedenfalls viel langsamer verfertigt werden, als auf Lang-Hobelmaschinen (S. 663).

3) Mit ruhendem Schneidzeuge (Abziehmaschinen).

Man hat das Glatthobeln von Brettern u. s. w. auch dadurch zu bewerkstelligen gesucht, dass man feststehende Hobeleisen anordnete und unter[1]) oder über[2]) denselben das Holz mittels Walzen oder auf andere Weise fortbewegen lässt, sodass beziehungsweise dessen obere oder untere Fläche bearbeitet wird. Ein Vorzug dieses Verfahrens ist kaum abzusehen; der dazu nötige Kraftaufwand wird aber sehr gross sein; nach einer von Hartig hierüber ausgeführten Untersuchung[3]) ergab sich der Arbeitsverbrauch für 1 *cbm* stündlich zerspantes Holz

	für die Spandicke $\delta =$			
	$^1/_{10}$	$^1/_2$	1 *mm*	
bei weichen Holzarten	71,8	103	142	Pferdestärken
bei harten Holzarten	89,6	128	176	„

welche Werte viel höher sind, als die entsprechenden für alle anderen Holzbearbeitungsmaschinen. — Die Maschinen zum Ziehen der Gesimsleisten (s. unten) würden allenfalls auch hier anzuschliessen sein.

B. Hobelmaschinen für besondere Zwecke.

Von den zahlreichen hierher gehörenden Maschinen können nur einige als Beispiele hier angeführt werden.

1) Maschinen zur Bearbeitung kantiger, in der Längenrichtung gegliederter Stäbe. Die entsprechend vorgerichteten Werkstücke werden zusammengelegt, bezw. in einen Rahmen gespannt und gemeinsam entweder an einem feststehenden Messer[4]) oder einem kreisenden Messerkopf[5]) vorübergeführt, entsprechend gewendet und abermals gegen die Schneiden geführt. Der Längenverlauf der Schneiden entspricht der Längengestalt der Stäbe (Säulchen u. dgl.).

2) Hobelmaschinen um gleichzeitig zwei einander gegenüberliegende und verschieden gegeneinander geneigte Flächen zu bearbeiten.[6]) Das Werkstück ist auf einem gut geführten eisernen Tisch befestigt. Links und rechts von diesem ist je eine Welle gelagert, welche einen

---

[1]) D. p. J. 1850, **118**, 261 m. Abb.
[2]) Polyt. Centralbl. 1856, S. 465 m. Abb.
D. p. J. 1879, **231**, 279; 1887, **265**, 157 m. Abb.
[3]) Hartig, Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch von Werkzeugmaschinen, S. 107.
[4]) D. p. J. 1883, **247**, 265.
[5]) D. p. J. 1882, **245**, 56 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1886, **259**, 12 m. Abb.

auf ihrem freien Ende sitzenden scheibenförmigen (S. 662) Messerkopf dem Tisch zukehrt. Die Lagerungen dieser Messerkopfwellen liegen um etwas mehr als der Messerkopfhalbmesser beträgt höher als die Oberfläche des Aufspannschlittens und sind um Achsen drehbar, welche der Bewegungsrichtung des Tisches oder Schlittens gleichlaufend liegen, sodass man die Neigung der von den Schneiden beschriebenen Flächen innerhalb gewisser Grenzen beliebig wählen kann.

3) Hobelmaschine für dünne Brettchen, z. B. Cigarrenkistchen-Brettchen.[1]) Am überragenden Kopf einer sorgfältig gelagerten wagerechten Welle ist eine ziemlich grosse gusseiserne Scheibe befestigt, deren Rand nach vorn übergestülpt ist, sodass sie gewissermassen ein kreisrundes Gefäss mit niedriger, trommelförmiger Wand bildet. In diesen Rand sind vier Messer gelegt, und zwar so, dass die Schneidkanten derselben in der Richtung der Scheibenhalbmesser, sonach in einer zur Drehachse winkelrechten Ebene liegen; sie beschreiben demnach auch eine Ebene. Die Länge der Schneiden beträgt nur etwa $^1/_{10}$ des Scheibenhalbmessers. Die zugeschnittenen Brettchen werden mittels stehender Walzen in der Ebene der Schneiden vorgeschoben; erfahren eine sichere Stützung durch eine senkrechte feste Platte, welche der Arbeitsstelle gerade gegenüberliegt und hinter dieser Stelle an entgegengesetzter Seite durch eine zweite senkrechte Platte (welche in der Aushöhlung der Scheibe Raum findet), gegen die eine senkrechte Walze des Brettchens drückt. Diese zweite Platte wird — durch Schrauben — so eingestellt, dass sie mit ihrem der Arbeitsstelle zugekehrten Ende in der Ebene des Messerwegs liegt, sodass sich die durch Hobeln gebildete Fläche der Brettchen ohne weiteres anlegt. Ihr entgegengesetztes Ende, woselbst die Brettchen die Maschine verlassen, liegt ein wenig vor der Messerbahn, und lenkt daher die Brettchen so ab, dass hier die aufsteigenden Messer die Brettchen nicht treffen können. Die Vorwärtsbewegung der Brettchen erfolgt selbstthätig. Die Werkstücke wandern übrigens beträchtlich unter der Drehachse der Messerscheibe an dieser vorüber, sodass die Schneiden der Messer schräg gegen die Fasern wirken.

4) Maschine zum gleichzeitigen Hobeln verschieden dicker Bretter.[2]) Die Maschine ist einer Abrichthobelmaschine (S. 664) ähnlich, jedoch mit selbstthätiger Vorschubeinrichtung (zwei unten liegende Walzen und diesen gegenüber befindliche Druckrollen) versehen. Die der langen unter den Werkstücken liegenden Messerwalze gegenüber angebrachten festen Stützflächen sind nach der Breite der Maschine in sechs, einzeln für sich einstellbare Teile zerlegt, welche den erwähnten Druckrollen entsprechen. Man kann sie daher für mehrere, gleichzeitig nebeneinander zur Bearbeitung gelangende, verschieden dicke Brettchen einstellen.

5) Hobelmaschine für grössere Flächen, in denen verschiedene Fasernrichtung vorkommt.[3]) Die Gegenstände (Thüren, Parkettplatten u. dgl.) werden unter einer langen, gegen die Längenrichtung der Maschine schrägliegenden (S. 655) Messerwalze hindurchgeführt. Mit der Hobelmaschine ist eine Sandpapier-Schleifmaschine verbunden.

6) Hobelmaschine, welche breitere Bretter in schmälere mit Nut und Feder versehene zerlegt.[4]) Über und unter dem Brett liegt eine Messerwalze, von denen jede zwei Messer zum Schlichthobeln enthält. Ausserdem sind diese Walzen mit Messern ausgerüstet, welche flache Nuten entsprechend den zu erzeugenden Federn ausbilden, und mit dünnen Klingen, welche die Zerlegung bewirken. Zwei an senkrechten Wellen befindliche Messerköpfe hobeln und nuten zu gleicher Zeit die nach aussen gerichteten schmalen Flächen der Bretter.

7) Maschine zum Einhobeln der Schienenspuren in hölzerne Eisenbahnschwellen. Es sind zwei verschiedene Arten zu unterscheiden, welche beide eine Welle mit zwei Messerköpfen besitzen, um gleichzeitig beide Schienen-

---

[1]) D. p. J. 1881, **240**, 182 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1880, **235**, 339 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1878, **228**, 211 m. Schaubild.
[4]) D. p. J. 1885, **257**, 91 m. Abb.

spuren zu erzeugen. Die Messer sind gegen die Drehachse geneigt, sodass sie abgestumpfte Kegel mit dem Spitzenwinkel 32° bis 40° beschreiben und die Neigung der Schienenspuren (welche 16° bis 20° beträgt) erzeugen, wenn die Schwellen gleichlaufend zur Drehachse an ihnen vorübergeführt werden. Behufs Quertrennens der Fasern sind entweder einfache Vorschneid-Messer (I, 393) oder zwei Kreissägen an den Enden der Messerköpfe angebracht. Bei den Maschinen der einen Art[1]) wird nun die Messerkopfwelle an der ruhenden Schwelle senkrecht hinabbewegt, bei denjenigen der anderen Art[2]) die Schwelle über die in festen Lagern sich drehende Messerkopfwelle hinweggeschoben. Man versieht übrigens diese Maschinen zuweilen mit Bohrmaschinen, welche Schwelle für Schwelle mit den nötigen Löchern versehen, und macht sie fahrbar[3]), sodass sie von Schwellenhaufen zu Schwellenhaufen zu wandern vermag.

8) Bei einer Maschine zum Hobeln der hölzernen Keile, womit gewisse Arten von Eisenbahnschienen in den eisernen Stühlchen befestigt werden[4]), ist das Schneidwerkzeug eine Scheibe von 16 *cm* Durchmesser und 9 *cm* Dicke oder Randbreite, an welcher vier Messer oder Hobeleisen rundum in gleichen Abständen verteilt sind. Diese Scheibe sitzt auf liegender Achse und wird mittels Riemenscheibe umgedreht, während man das zum Keil zu bildende Holzstück — in Gestalt eines vierseitigen Prisma zugeschnitten — mit einem Schlitten quer unter der Achse durchschiebt. Die eigentümliche rundliche Keilgestalt entsteht durch entsprechende Gestalt der Hobeleisenschneiden. Die beiden Seiten des Keiles werden nacheinander auf zwei derartigen Maschinen mit verschieden gestalteten Eisen bearbeitet. — Eine andere Hobelmaschine zur Anfertigung der Keile für Eisenbahnstühlchen[5]) ist in folgender Weise eingerichtet. Das zum Keil bestimmte Stück Eichenholz wird in eine Vorrichtung gespannt, womit es eine Drehung um seine Achse und zugleich eine schwingende Bewegung empfängt, um sich nach festgesetzter Art wechselweise den Schneiden zu nähern und von denselben zu entfernen, wie die unregelmässig runde Querschnittsgestalt der Keile es verlangt.

9) Schindeln (Dachschindeln) können, bei der Einfachheit ihrer Gestalt, sehr leicht und mit grossem Zeitgewinn durch eine Maschine bearbeitet werden. Mitten in einem Tische von 1,8 *m* Länge und 75 *cm* Breite befindet sich eine viereckige Öffnung, welche reichlich so lang ist als die Schindeln (z. B. 45 *cm*). Dicht unter dem Tischblatte läuft auf liegenden eisernen Gleisen ein gusseiserner Rahmen, welcher durch Maschinenkraft mittels eines einfachen Mechanismus schnell (nach der Länge des Tisches) hin- und hergeschoben wird. Dieser Rahmen enthält drei Hobel (*A*, *B*, *C*), deren aufwärts gekehrte Sohlen durch die Öffnung des Tisches zugänglich sind und eine solche Länge haben, dass ihre Enden niemals in der Öffnung sichtbar werden. Der Hobel *A* hat ein 12 *cm* breites, übrigens wie gewöhnlich beschaffenes, doppeltes Schlichthobeleisen (S. 654); *B* ein schmales, mit zwei schrägen Schneiden zugespitztes Eisen; *C* ein ebenfalls schmales, ziemlich tief nach einem spitzen Winkel eingekerbtes Eisen, welches so gestaltet ist, dass in seine Kerbe die Spitze des Eisens von *B* passen würde. Das Holz wird auf der Sägemühle in 10 *cm* breite Bretter geschnitten, die man alsdann in 37 bis 45 *cm* lange Stücke zerteilt. Ein solches Stück nimmt der Arbeiter und drückt es mit beiden Händen auf den Hobel *A* nieder, zuerst mit der einen, dann mit der andern Fläche. So geebnet, hält er es mit der einen langen Kante auf das spitze Eisen des Hobels *B*, wodurch die zum Ineinanderstecken der Schindeln erforderliche Furche oder Nut erzeugt wird; hierauf stellt er die zweite lange Kante in die Kerbe des Hobel-

---

[1]) D. R. P. No. 10 303.
[2]) Iron, April 1886, S. 335 m. Schaubild.
The Engineer, Oct. 1886, S. 348 m. Schaubild.
[3]) Vorige Quelle.
[4]) D. p. J. 1855, **136**, 436.
[5]) Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1853, S. 230.
Polyt. Centralbl. 1854, S. 520 m. Abb.

eisens *C*, wodurch die Zuschärfung entsteht, welche in die Furche einer andern Schindel passt; zuletzt werden die beiden schrägen Flächen dieser Zuschärfung dadurch völlig geglättet, dass man sie, eine nach der andern, ein paar Augenblicke auf das Eisen *A* niederhält.

Andere, besonderen Zwecken dienende Hobelmaschinen sind bereits (S. 630) erwähnt, bezw. werden w. u. noch genannt werden. Es ist hierbei zu bemerken, dass die Hobelmaschinen mit kreisenden Messern so nahe mit den noch zu erörternden Holzfräsmaschinen verwandt sind, dass eine bestimmte Grenze zwischen beiden Maschinengruppen nicht angegeben werden kann.

13) Zieheisen. Man wendet sie zur Verfertigung von Gesimsleisten, also statt der Kehlhobel, an, da sie mit mehr Leichtigkeit und Sicherheit als ein Handhobel diesen Leisten die nötige Regelmässigkeit geben. In der einfachsten Gestalt [1]) besteht ein solches Zieheisen aus einer 3 *mm* dicken gehärteten Stahlplatte von z. B. 25 *cm* Länge und 8 *cm* Breite, welche am Rande mit verschiedenen Einschnitten von der Gestalt der Kehlungen versehen ist. Diese Einschnitte erweitern sich ein wenig nach der einen Fläche hin, bilden also auf der andern Fläche spitzwinklige (etwas schneidige) Ränder.

Zum Gebrauch wird das Eisen unbeweglich und auf der langen Kante stehend so befestigt, dass die eingeschnittene Seite oben ist. Man legt ein gerades Eisenstück darüber und bringt eine Vorrichtung an, um letzteres durch Schrauben nach und nach tiefer herabzustellen. Das Ganze (Ziehstock genannt) stimmt demnach wesentlich mit dem Seckenzuge (S. 248) überein. Die durch Behobeln aus freier Hand schon ziemlich vorgebildeten Leisten werden von der engen Seite der Einschnitte in dieselben gesteckt, dann mit einer hölzernen oder eisernen Zange durchgezogen, wobei die scharfen Ränder der Einschnitte abschabend wirken und die Kehlung vollenden, wenn man das Durchziehen mehrmals in dem nämlichen Einschnitte wiederholt, dabei aber vor jedem neuen Durchgange die Öffnung, durch Herabschrauben der eisernen Überlage, ein wenig verengert. Die Ziehmaschine (der zum Anziehen der Zange dienliche Mechanismus) hat mit einer Drahtziehbank Ähnlichkeit [2]), kann aber für kleine Werkstätten durch eine Vorrichtung ersetzt werden, wobei die Zange an zwei Handgriffen unmittelbar vom Arbeiter bewegt wird. [3]) In dem einen, wie in dem andern Falle ist das Ganze sehr nahe einer Hobelmaschine mit unbeweglichem Schneidzeug (S. 669) verwandt, und die Änlichkeit tritt noch mehr hervor, wenn man statt des steilrechten schabenden Zieheisens ein schräg (z. B. unter 45° geneigt) stehendes, daher schneidendes Kehlhobeleisen anwendet, unter welchem das Holz durchgeführt wird. — Giebt man einer vorläufig schlicht ausgekehlten Leiste bei wiederholten Durchgängen unter demselben Schneideisen eine in Wellenlinien auf- und niederhüpfende Bewegung, so ändert sich deren Gestalt durch Querfurchen von entsprechender Art, und es entstehen Verzierungen, welche der geschnitzten oder Bildhauer-Arbeit ähnlich sehen; dies sind die sogenannten Well-Leisten, Sprungleisten oder Rokoko-Leisten, welche auf Möbeln vorkommen und mittels einer eigenen Maschine [4]) verfertigt werden. Lässt man aber einen glatten Holzstab mit schraubender Bewegung (vereinigter Längenschiebung und Achsendrehung) unter dem Schneideisen durchgehen, so bilden sich schraubenartig gewundene Furchen auf demselben (Kanneliermaschine).

Auch um hölzerne Gesimsleisten mit dünnem Messingblech zu umkleiden, wendet man Zieheisen an; nur sind alsdann oft die Kehlungen, statt in Gestalt

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. VII, S. 499 m. Abb.
[2]) Polyt. Centralbl. 1857, S. 789 m. Abb.
[3]) Fink, Die Schule des Bautischlers, Leipzig 1858, S. 59.
[4]) Polyt. Centralbl. 1845, S. 262 m. Abb.

von Einschnitten, als ringsum geschlossene Löcher in der Stahlplatte angebracht, namentlich wenn die Aufgabe ist, Leisten auf allen Seiten mit Blech zu überziehen. Das Blech wird mit dem Hammer über die schon fertigen Leisten gerichtet und schmiegt sich beim Durchgange durch das Zieheisen völlig denselben an.

Dünne runde Holzstäbchen, wie hölzerne Stricknadeln u. dgl., werden zuerst gefeilt und geschabt, schliesslich durch ein Zieheisen mit scharfrandigen Löchern gezogen. Zieheisen mit runden, beliebig ausgekerbten Löchern werden benutzt, um Holzstäbchen (Pinselstiele, Bleistifte, Stahlfederhalter u. dgl.) mit Furchen zu verzieren. Erteilt man dem Zieheisen, während das Holz gerade durchgezogen wird, eine langsam drehende Bewegung, so entstehen die Furchen in der Lage langgestreckter Schraubenlinien.

14) Bohrer.[1]) Das Wesen der Bohrer ist Bd. I, S. 402 ausführlich erörtert. Hier mögen einige Ergänzungen des an jenem Orte Gesagten gegeben, im übrigen die Vorrichtungen beschrieben werden, welche bei ihrer Verwendung in Frage kommen.

Sofern, was meistens der Fall ist, quer gegen die Fasern gebohrt werden soll, ist demjenigen Messer, welches die Späne aus dem Grunde ablöst, ein Messer beizugeben, welches die Späne vorher in der Umfangsfläche des Loches abschneidet. Hierzu dient bei dem gewöhnlichen Centrumbohrer ein besonderes Vorschneidmesser, bei dem Ringbohrer eine ringförmige Schneide. Bei vielen Schraubenbohrern sind beide Schneiden rechtwinklig zusammenstossend aneinander gefügt, zuweilen unter Anwendung eines bogenförmigen Übergangs, weil die durch scharfwinkliges Zusammenstossen der Schneiden entstehende Ecke leichter durch Zufälligkeiten verletzt werden kann. Beide Schneiden greifen also den Span zu gleicher Zeit an. Die Schneiden der Löffelbohrer sind in einen einzigen Bogen zusammengezogen, und diejenigen der Schneckenbohrer in der Längenrichtung desselben nach einem sehr grossen Halbmesser gekrümmt, ausserdem aber steil spiralförmig.

Die Führung des Centrumbohrers durch die pyramidenförmige Centrumspitze ist eine unvollkommene und in weichem Holz unbrauchbare, indem die stützende Fläche zu klein ist. Besser führen sich die übrigen Bohrer, insbesondere der Löffelbohrer, welcher sich selbstthätig mit seinem Rücken fest an die gebildete Wandfläche des Lochs legt, und der Ringbohrer, welcher schon vom Augenblicke des Aufsetzens an durch die ringförmige Schneide eine recht gute Führung erfährt, während dem Löffelbohrer erst eine Wandfläche zur Führung geboten werden muss. Bei dem Schneckenbohrer, mehr noch bei dem Schraubenbohrer wird die gleichförmige Erzeugung des Loches, wie das Bohren überhaupt durch die (bei ersterem weniger vollkommen als bei letzterem ausgebildete) Einziehschraube erleichtert, welche jedoch dann überflüssig, ja unzulässig ist, wenn die Zuschiebung in gesetzmässiger Weise durch die Bohrmaschine stattfinden soll. Schnecken- und Schraubenbohrer zeichnen sich ferner noch dadurch aus, dass sie die Beseitigung der Späne erleichtern, bezw. selbstthätig bewirken. Sie eignen sich deshalb vortrefflich zum

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 2, S. 572; Ergänzungsbd. 1, S. 603 m. Abb. Holtzapffel, Turning and mech. manipul., Bd. 2, S. 539 m. Abb.

Bohren tiefer Löcher. Langlochbohrer, d. h. solche, welche schlitzförmige Löcher zu erzeugen bestimmt sind und zu diesem Zwecke während des Arbeitens winkelrecht zu ihrer Länge im Holze fortschreiten müssen, können nur durch die Spindel, in welcher sie stecken, geführt werden; jede Führung im Werkstück ist zu vermeiden. Sie bestehen daher entweder nur aus Stiel und Schneiden oder sind den Löffelbohrern ähnlich gestaltet.

Gute Bohrer müssen messerartig schneidend wirken und glatte, zusammenhängende, nicht zerbröckelte oder mehlartige Späne ablösen; dazu bedürfen sie weniger einer grossen Härte (Federhärte des Stahles ist völlig hinreichend), als einer guten Schärfung und einer richtigen Stellung der Schneiden in bezug auf die Umdrehungsachse. Ein Kennzeichen guter Wirkung ist es, dass der Bohrer, selbst bei rascher Arbeit, sich wenig erhitzt.

a. Bohren aus freier Hand. Um den Bohrer freihändig gegen das Holz zu drücken und zu drehen, wird derselbe an dem von den Schneiden abgelegenen Ende seiner Stange entweder mit einem hölzernen (selten mit einem eisernen) Querheft versehen oder mit diesem Ende in eine Bohrwinde gesteckt.

Die Querhefte sind bei kleinen Bohrern oft nur 4 *cm*, bei grossen Bohrern bis 60, ja 90 *cm* lang. Sie gestatten zur Zeit nur eine halbe Drehung des Bohrers, worauf die Hand (oder bei grösseren Bohrern beide Hände) das Querheft aufs neue ergreifen muss. Hieraus erwachsen mehrere Übelstände: 1) es ist schwer, die Bohrerachse unverändert in gleicher Lage zu erhalten, 2) das Andrücken des Bohrers ist anstrengend, 3) das Loslassen und Zurückgreifen der Hände erfordert viel Zeit.

Dem zuerst erwähnten Übelstande, welcher oft Anlass zu krummen Löchern giebt, sucht man (wenn es auf die Innehaltung der Achsenrichtung ankommt, z. B. bei manchen Zimmerarbeiten, vielen Arbeiten des Mühlbauers u. s. w.) durch Benutzung eines meist hölzernen Bockes abzuhelfen, welcher am Werkstück befestigt wird und der Bohrerstange in einer rinnenartigen Vertiefung eine seitliche Stütze bietet. Bei dem zweischneidigen Löffelbohrer der Wagner und Böttcher wird die Bohrerstange — durch ein eingestecktes Holzstäbchen — über das Querheft hinaus verlängert, und das gerundete Ende dieser Verlängerung in die Vertiefung des Brustbrettes, welches der Arbeiter vermöge eines Riemens vor der Brust trägt, gelagert. Durch Andrücken des Brustbrettes wird nun gleichzeitig der Bohrer gegen das Holz gedrückt und das Ende der erwähnten Stangenverlängerung so in der Vertiefung gehalten, dass es eine gute Führung erhält.

Das Andrücken des Bohrers, durch welches er gezwungen wird, in das Holz einzudringen, wird erleichtert durch den schneckenförmigen Verlauf der Spitze am steirischen Schneckenbohrer (I, 405) und ganz erspart durch die Einziehschraube (I, 407). Der unter 3) genannte Zeitverlust endlich kann gemindert werden durch Einschaltung eines Sperrwerks zwischen Quergriff und Bohrerstange.[1]) Vermöge desselben braucht man den Quergriff nur hin und her zu drehen, ohne ihn loszulassen, da das Sperrwerk die Bohrstange nur in einer Richtung dreht, in anderer Drehrichtung aber die Klinken über die Zähne des Sperrades hinweggleiten, geradeso wie bei der Bohrknarre der Metallarbeiter (I, 590). Man hat für kleinere Bohrer die Bohrerstange mit einem Schwungrad versehen und über diesem eine Hülse lose auf die Bohrerstange gesteckt, deren unterer Rand Zähne besitzt, die in Zahnlücken der Schwungradnabe greifen. Dreht man nun die Hülse mittels einer Schnur in der Arbeitsrichtung, so wird der Bohrer mitgenommen, gleichzeitig aber dem Rade solcher Schwung gegeben, dass es imstande ist, die Drehbewegung des Bohrers zu er-

[1]) D. p. J. 1856, **142**, 404; 1857, **146**, S. 244 m. Abb.

halten, während die Schnur die Hülse in umgekehrter Richtung zurückdreht. Die Bohrerstange oder Bohrerspindel ist in einem kleinen Gestell gelagert, welches von dem Arbeiter mit einer Hand gehalten wird.[1])

Die Bohrwinde (Faustleier, Drauf) ist wesentlich von der Brustleier der Metallarbeiter nur dadurch unterschieden, dass sie aus Holz besteht, oder — wenn aus Eisen gefertigt — zierlicher gebaut ist. Sie besteht aus einem etwa nach beistehender Figur ‾|___|‾ gekröpften Stabe, dessen eines Ende zur Befestigung des Bohrers geeignet eingerichtet ist, während an dem anderen Ende ein breiter Knopf sich befindet, der vermöge eines sogenannten Wirbels zwar mit dem gekröpften Teil sich verschieben muss, aber seine Drehbewegungen nicht mitzumachen braucht. Dieser Knopf wird von dem Arbeiter mit einer Hand gefasst (nach Umständen vor die Brust gelegt), während die andere Hand die Kröpfung und mit dieser den Bohrer dreht.[2])

Es erfährt demnach die Bohrwinde in dem Wirbel des Knopfes eine gute Lagerung, wie auch der Knopf das Andrücken des Bohrers sehr erleichtert. Man benutzt die Bohrwinde vorwiegend für Centrum- (I, 403), Löffel- (I, 404) und auch Schneckenbohrer (I, 405) bis zu 2 *cm* aufwärts; nur ausnahmsweise kommen grössere Bohrer durch die Bohrwinde zur Anwendung. Die Kröpfung beansprucht bei ihrer Drehung viel Raum. Um an Stellen, welche diesen Raum ohne weiteres nicht gewähren, die Bohrwinde anwenden zu können, hat man wohl zwischen Bohrwinde und Bohrer ein Kreuzgelenk eingeschaltet[3]), sodass der Bohrer gegenüber der Achse, um welche die Winde sich dreht, eine schiefe Lage annehmen kann. Besser ist, Bohrwinde und Bohrer mittels Sperr- oder Schaltwerkes zu verbinden. Für gewöhnlich setzt man das Sperrwerk ausser Betrieb, in gegebenem Falle wird die Klinke freigelassen, sodass nunmehr durch kleine Schwingungen der Winde der Bohrer ruckweise gedreht wird.

b. Bohren mittels Maschinen. Die Drehbank ist für gewisse Fälle sehr geeignet zum Löcherbohren, indem man entweder den Bohrer in der Drehbankspindel befestigt und das Werkstück dem Bohrer entgegenführt oder das letztere in ein Futter der Drehbankspindel steckt, sodass es kreist und den sonst festgehaltenen Bohrer gegen ersteres führt.

Man benutzt für die Drehbank hauptsächlich den Centrum- und den Löffelbohrer. Letzterer pflegt aber an seinem wirkenden Ende etwas anders gestaltet zu sein, als der gewöhnliche Löffelbohrer. Es sind nämlich beide schneidigen Ränder der Mulde — wie beim Esslöffel — bogenförmig zusammengezogen. Solche Löffelbohrer haben 2 bis 25 *mm* Durchmesser, während ihre Länge einschliesslich der Stange oder des Stiels und Griffs oft 45 *cm* und mehr beträgt, wenn es sich um das Bohren langer Löcher, z. B. der Tabakpfeifenröhren handelt. Da sie hierbei zugleich sehr dünn sind, so würden sie leicht sich biegen oder brechen, wenn sie von Anfang an in ihrer ganzen Länge ohne Unterstützung wären. Man gebraucht deshalb zum Halten des Bohrers ein hölzernes Heft von der Gestalt eines Feilenheftes, welches aber in seiner Achse von Ende zu Ende durchgebohrt ist, den Bohrer ganz durch sich hindurchgehen lässt, und folglich auf demselben verschoben werden kann. Bis etwa auf seine halbe Länge ist dieses Heft durch einen Sägenschnitt gespalten; ein darüber aufgeschraubter Ring von Horn oder Messing klemmt es zusammen, und befestigt so den Bohrer darin, weil der mit dem Schraubengewinde versehene Teil etwas zugespitzt ist. Schraubt man den Ring los, so lässt sich der Bohrer im Hefte verschieben. Der Zweck dieser Veranstaltung ist, den Bohrer zuerst wenig aus dem Hefte hervorragen zu lassen, ihn aber später mehr herauszuschieben, wenn er schon tief in das Holz eingedrungen ist, also im Loche selbst gestützt und vor dem Biegen bewahrt wird. Die kurzen (nur 25 bis 30 *cm* langen) Löffel-

[1]) D. p. J. 1878, **227**, 235; 1879, **232**, 116 m. Abb.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 594, 607 m. Abb.
D. p. J. 1849, **114**, 105; 1860, **156**, 352.
[3]) Polyt. Centralbl. 1852, S. 1048 m. Abb.

bohrer versieht man mit einem fest auf ihrer Angel steckenden Hefte, welches jedoch so eingerichtet ist, dass es mittels eines daran befindlichen Schraubengewindes in ein Futter an der Drehbankspindel eingeschraubt werden kann, wenn man den Bohrer auf diese Art gebrauchen will.

Einen von allen übrigen Holzbohrern wesentlich verschiedenen, zum Gebrauch auf der Drehbank sehr vorteilhaften Bohrer findet man am unten angezeigten Orte beschrieben.[1])

Die **Bohrmaschine**, d. h. diejenige Maschine, welche eigens für die Zwecke des Bohrens hergestellt ist, dient entweder zum Erzeugen langer Löcher (Röhren) oder zum Bohren gewöhnlicher Löcher. Die Holzbohrmaschinen sind den Metallbohrmaschinen (S. 305) ähnlich eingerichtet, unterscheiden sich aber von diesen einerseits durch leichtere Bauart und (meistens) einfachere Einrichtung, weil die auszuübenden Kräfte hier wesentlich kleiner sind, als bei den Metallbohrmaschinen, anderseits durch grössere Geschwindigkeit der Drehungen.

Als Bohrwerkzeug für Röhren dient in erster Linie der steierische Schneckenbohrer (S. 674)[2]). Kleinere Röhrenweiten werden mittels einmaligen Bohrens gewonnen, grössere, indem man die erstmalige Bohrung aufweitet. Es folgen die durch das stufenweise Bohren erzeugten Weiten z. B. so, dass die erzeugten Querschnitte sich wie 1 : 2 : 3 : 4 u. s. w. verhalten und man spricht demgemäss von **einbohrigen, zweibohrigen** u. s. w. Röhren.

Es hat z. B.

	Durchm. *cm*	Querschn. *qcm*
die 1 bohrige Röhre	5,0	19,6
„ 2 „ „	7,1	39,2
„ 3 „ „	8,7	59,0
„ 4 „ „	10,0	78,5
u. s. w.		

Da die Spitze, in welche der gewöhnliche Schneckenbohrer ausläuft, bei der Erweiterung einer schon vorhandenen Bohrung nicht zur Wirkung gelangt, so bedient man sich als Nachbohrers oft des sogenannten **Schweinerüssels**, welcher mit seiner gewundenen Schneide dem steierischen Bohrer ähnlich, aber am Ende stumpf abgeschnitten ist. Dieses Ende entspricht der Weite der zu vergrössernden Bohrung und trägt äusserlich, im halben Kreisumfange herumgehend, einen schraubenartig gestellten stumpfschneidigen Wulst, der in die Wand des vorhandenen Bohrloches sich eindrückt, sich darin fortschraubt und so den schneidenden dickeren Teil des Bohrers nachzieht.

Die Röhren sind 3 bis 4,5 *m* lang, und werden deshalb gewöhnlich von beiden Enden aus nach der Mitte hin gebohrt. Das Holz (sehr gerade und gesunde Lärchen-, Föhren-, Fichten-, Erlen-Stämme) muss so dick sein, dass die Wandstärke der fertigen Röhren wenigstens dem Durchmesser der Bohrung gleich ist; es wird zweckmässig in der Saftzeit gehauen und frisch gebohrt, weil es sich dann am leichtesten bohren lässt, und doch (wegen der Höhlung) schnell und gleichmässig trocknet, ohne bedeutend zu reissen. — Bei der **Röhren-Bohrmaschine** kann der liegende Bohrer durch Maschinenkraft umgedreht, der Stamm aber demselben durch eine Vorrichtung entgegengeführt werden, welche dem Klotzwagen der Sägemühlen (S. 600) ähnlich ist. Die Notwendigkeit, das Rohr oft zurückzuziehen, um den Bohrer von Spänen zu reinigen, ist der vorteilhaften Anwendung der Maschine sehr hinderlich.

Letztgenannter Umstand ist beseitigt bei einer Bohrmaschine für **Raketenhülsen**[3]). Das eigentliche Werkzeug ist ein Löffelbohrer, welcher in geeigneten

[1]) D. p. J. 1838, **67**, 409 m. Abb.
[2]) Hülsse, Allgem. Masch.-Encykl., Bd. 2, Leipzig 1844, S. 402.
[3]) D. p. J. 1871, **201**, 92 m. Abb.

Führungen dem vorher in der Aussengestalt fertiggestellten und einer hohlen, rasch kreisenden Welle festgeklemmten Werkstück entgegengeführt wird. An die Höhlung schliesst sich eine durch die ganze Länge der Bohrerstange gehende Bohrung und am Ende der Bohrerstange ist ein Sauger angeschlossen, der die entstehenden Späne hinweg befördert.

Um nicht den ganzen Querschnitt der Bohrung in Späne zu verwandeln, hat man vorgeschlagen, Röhren mittels eines der Kronensäge (S. 626) ähnlichen Werkzeugs so herzustellen, dass in der Mitte ein fester, zu irgend welchen Zwecken verwendbarer Stab kreisrunden Querschnittes übrig bleibt.[1])

Zum Bohren weniger langer Löcher dienen zuweilen Maschinen, welche durch die Hand angetrieben werden; z. B. zum Bohren der Eisenbahnschwellen.[2]) Andere Bohrmaschinen werden mit mehreren Bohrspindeln versehen, um jederzeit eine Anzahl der gewöhnlich nötig werdenden Bohrer-Durchmesser verfügbar zu haben[3]), oder auch mit selbstthätiger Zuteilung der Werkstücke[4]), bezw. mehr oder weniger selbstthätiger Einstellung zwischen Bohrer und Werkstück[5]) versehen u. s. w.

Es lassen sich die Nebeneinrichtungen der Bohrmaschinen je nach den Bedürfnissen in mannigfaltigster Weise ausbilden.

An einer durch Kraftmaschine bewegten Wandbohrmaschine für Holz wurden von Hartig folgende Messungen und Beobachtungen ausgeführt. Umdrehungszahl der Antriebwelle 250, der Bohrspindel 920 minutlich; grösste beobachtete stündliche Leistung $V = 0{,}091$ *cbm* Fichtenholz zerspant beim Ausbohren eines Loches von 101 *mm* Weite, 46 *mm* Tiefe mittels eines Centrumbohrers, bei 0,2 *mm* Spandicke, 10,3 *qmm* Spanquerschnitt und 4,73 *m* sekundlicher Umfangsgeschwindigkeit; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}265$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 1{,}86$ Pferdestärken; Gewicht der Maschine 175 *kg*; allgemein ergab sich der Arbeitsverbrauch dieser Holzbohrmaschine nach der Formel

$$N = 0{,}265 + \varepsilon \,.\, V \text{ Pferdestärken,}$$

worin V die stündlich abgebohrte Holzmenge in Kubikmetern bedeutet und für Centrumbohrer von d *mm* Breite der Arbeitswert

$$\text{für Fichtenholz } \varepsilon = 7{,}6 + \frac{1000}{d} \text{ Pferdestärken}$$

$$\text{für Erlenholz } \varepsilon = 28{,}8 + \frac{2170}{d} \quad \text{„}$$

$$\text{für Weissbuche } \varepsilon = 210 + \frac{2280}{d} \quad \text{„}$$

zu setzen ist; bei Anwendung von Schraubenbohrern (die eine schnelle und regelmässige Abführung der Späne gestatten) multipliziere man die so gefundenen Werte von ε mit 0,238. Bei Zuschiebung der Bohrspindel von Hand ergab sich der mittlere Spanquerschnitt bei

	Fichte	Erle	Weissbuche
zu	6,26	2,73	1,28 *qmm*.

Auch Langlochbohrmaschinen (S. 344) sind für Holz in Gebrauch[6]), sowohl liegende als stehende, um Schlitze und Zapfenlöcher zu verfertigen; der Bohrer ist hierbei halbrund und fast nach Art eines Hohleisens, S. 640, ausgehöhlt, jedoch auch an den langen geraden Seitenkanten schneidig, oft auch

[1]) Schweiz. polyt. Zeitschr. 1856, S. 162.
D. p. J. 1884, **251**, 10 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1872, **205**, 95 m. Abb.
[3]) Z. d. V. d. I. 1884, S. 158 m. Abb.
[4]) Selbstth. Bohrm. f. Klavierteile: D. p. J. 1885, **257**, 12 m. Abb.
[5]) Bohrm. f. Bürstenhölzer: D. p. J. 1886, **259**, 494 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1857, **145**, 329; 1864, **174**, 250; 1877, **224**, 590; 1887, **264**, 16 m. Abb.

anders gestaltet. Zuerst bohrt derselbe ein rundes Loch in das Holz; dann wird entweder letzteres, oder statt dessen die Bohrspindel mit ihrem Gestelle, langsam in der Richtung des zu erzeugenden Langloches fortgerückt. Die Enden des so entstehenden Loches sind halbkreisförmig gerundet; will man sich dies nicht gefallen lassen, so werden schliesslich die Ecken auf der Stemm-Maschine (S. 640) ausgestochen; zuweilen versieht man die Bohrmaschine selbst mit der dazu dienlichen Vorrichtung.

An einer Langlochbohrmaschine für Holz wurde folgendes beobachtet: Länge der grössten zu bohrenden Langlöcher 285 *mm*, Tiefe derselben 210 *mm*; minutliche Drehungszahl der Vorgelegswelle $n_1 = 950$, der Bohrspindel $n_2 = 402$ bis 1540; grösste beobachtete stündliche Leistung $V = 0{,}035$ *cbm* Fichtenholz zerspant bei Bohrung eines Rundloches von 100 *mm* Weite, 37 *mm* Tiefe und bei 0,037 *mm* Spandicke, 1,85 *qmm* Spanquerschnitt, 5,29 *m* sekundl. Umfangsgeschwindigkeit; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang (einschliesslich zweier Vorgelegswellen) $N_0 = 1{,}70$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 3{,}74$ Pferdestärken; Raumbedarf $1{,}87 \cdot 0{,}71 = 1{,}32$ *qm*, Gewicht der Maschine 700 *kg*; allgemein konnte der Arbeitsverbrauch dieser Langlochbohrmaschine nach der Formel

$$N = N_0 + \varepsilon \cdot V \text{ Pferdestärken}$$

berechnet werden, worin V die stündlich zerspante Holzmenge in Kubikmetern bezeichnet und die Leergangsarbeit nach

$$N_0 = 0{,}40 + 0{,}00065 \cdot n_2 \text{ Pferdestärken}$$

aus der minutlichen Umdrehungszahl der Bohrspindel sich ergiebt, endlich für Erlenholz beim Bohren von 25 *mm* breiten Langlöchern $\varepsilon = 18$ gesetzt werden kann.

15) Fräsen und Fräsmaschinen. Streng genommen sind die erwähnten Langlochbohrmaschinen nichts als besonderen Zwecken dienende Fräsmaschinen, wie anderseits ein scharfer Unterschied zwischen den Hobelmaschinen, welche mit kreisendem Messerkopf arbeiten (S. 663) und den Fräsmaschinen nicht zu erkennen ist. Man bedient sich des Ausdruckes Fräsen für das Bearbeiten mittels kreisenden Messerkopfes meistens, wenn die zu erzielenden Gestalten weniger einfach und die Abmessungen nicht sehr gross sind.

Die Fräswerkzeuge für Holz bestehen zuweilen — wie die Metallfräsen — aus festen Stahlkörpern, an deren Oberfläche die Schneiden ausgebildet sind; erstere unterscheiden sich von letzteren aber dadurch, dass die Schneiden weniger dicht zusammengerückt sind. Angesichts der grossen Geschwindigkeit, welche angewendet wird, ist die Zahl der in der Zeiteinheit zum Angriff kommenden Schneiden ohnedies gross genug.

Die Fräswerkzeuge werden nur dann aus einem Stück gefertigt, wenn der Raum für das Befestigen einzelner Schneiden an dem Messerkopf oder Fräskopf fehlt. Das tritt aber z. B. ein, wenn der Längenverlauf des zu fräsenden Gegenstandes sehr kleine Krümmungshalbmesser enthält, indem der Halbmesser der von den Schneiden beschriebenen Kreise selbstverständlich nicht grösser sein darf, als der kleinste zu erzeugende Krümmungshalbmesser.

Nicht selten besteht der Fräskopf aus einer mit Schlitz versehenen Welle, in welche nur ein Messer geklemmt ist, Fig. 140 (s. w. u.). Es wird alsdann meistens das Messer so ausgeklinkt, dass es, wie die Figur erkennen lässt, mit den entstandenen Schultern sich gegen die Welle legt, sodass ein zufälliges Herausfliegen des Messers verhütet wird. Mit Ausnahme des wenig gebräuchlichen Verfahrens, nach welchem das eigentliche Messer aus einem sehr dünnen gehärteten Stahlblech besteht (I, 437), sucht man den Schneiden wenigstens mässigen Ansatzwinkel (I, 381) zu geben, sie mit „abfallenden Rücken“ zu versehen. Das ist unschwer zu erreichen, wenn der Fräskopf sich immer in gleicher Richtung bewegt. Wegen des faserigen Gefüges des Holzes ist man aber — um das Abbröckeln desselben zu verhüten — in manchen Fällen genötigt, den

Fräskopf zeitweise in der einen, zeitweise in der entgegengesetzten Richtung sich drehen zu lassen. Dann ist das den Schneiden „mit abfallenden Rücken" eigene „Freischneiden", d. h. die entsprechende Herabminderung der Reibung zwischen Schneidwerkzeug und Holz nur angenähert zu erreichen. Aus einem Stück gefertigte Fräsköpfe werden wohl nach Fig. 138 gestaltet. Die Figur stellt den Messerkopf in Endansicht dar. Es ist derselbe zunächst nach zwei verschiedenen Achsen abgedreht, die zu beiden Seiten gleichweit von der Haupt-Achse entfernt sind, um welche er sich umdrehen soll. Dann sind in demselben zwei Schlitze ausgearbeitet. Dadurch ist zwar für zwei der entstandenen Schneiden in einer Drehrichtung, für die beiden anderen Schneiden in der entgegengesetzten Drehrichtung ein Ansatzwinkel geschaffen, indes liegt immer zwischen zwei wirksamen Schneiden eine unwirksame, welche, um sich Raum zu schaffen, die Holzfläche mindestens um die halbe Spandicke zurückdrängen muss, also entsprechenden Reibungswiderstand erfährt. Von diesem Übelstand ist ein Fräskopf mit beweglichen Werkzeugen frei.[1] *a*, Fig. 139 bezeichnet die Welle desselben, welche mit einem starken Bunde *b* versehen ist. In diesem Bunde sind Löcher angebracht, in welchen sich Zapfen der Doppelmesser *c* drehen können. Dem Bunde *b* gegenüber ist auf der Welle ein Bundring befestigt, in welchem sich ebenfalls Löcher für Zapfen der Messer *c* befinden. Die Löcher des festen Bundes *b* bezw. des Bundrings liegen so einander gegenüber, dass ihre Achsen mit der Drehachse des Fräskopfes gleichlaufend sind. Die Drehbarkeit der Messer ist eine nur geringe; sie wird durch Anlegen der Innenfläche an die Welle derart begrenzt, dass die entgegengesetzt liegende Schneide über den übrigen Teil von *c* hervorragt, der hinter ihr belegene Rücken „abfällt". Es ist leicht zu übersehen, dass bei jedem Wechsel der Drehrichtung die Schneiden *c* sich selbstthätig der neuen Drehrichtung angemessen einstellen.


Fig. 138.



Fig. 139.

Zur Bildung von Nuten und schmalen Einschnitten ist die Fräse eine kreisrunde Scheibe mit sägenartig grob gezahntem Rande, welche sich von einer wirklichen Kreissäge nur durch die grössere, der Breite der auszuarbeitenden Vertiefung gleichkommende, Dicke unterscheidet. Andere Fräsköpfe sind in den unten[2]) verzeichneten Quellen beschrieben.

Die **Fräsmaschine** setzt sich zusammen aus der den Fräser tragenden **Fräserwelle** und einer Vorrichtung, welche dem Festhalten, bezw. dem Führen des Werkstückes dient. Es ist das in den meisten Fällen eine ebene Tischplatte, auf welcher der Arbeiter das Werkstück verschiebt oder ein mechanisch bewegtes Schlittenwerk, mit welchem man das Werkstück fest verbindet.

Die (1000 oder mehr Umdrehungen in der Minute machende) Fräserwelle steht meistens senkrecht, liegt aber auch oft wagerecht, und die Fräse ist der Regel nach am äussersten Ende der Welle angebracht. Die sekundliche Umfangsgeschwindigkeit beträgt 15—20 *m*. Ihre Hauptbenutzung finden die Fräsmaschinen zur Bildung von Hohlkehlen, Stäbchen und zusammengesetzten gesimsartigen Kehlungen längs krummer (geschweifter) Arbeitstücke, wozu sie durch keine andere Maschine ersetzt werden können; vor ihrer Einführung war man genötigt, die genannten Verzierungen mittels Eisen (S. 639) freihändig auszu-

[1]) D. p. J. 1872, **205**, 96 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1883, **250**, 387; 1884, **252**, 272 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 832 m. Abb.

stechen oder mit kleinen Hobeln (vergl. S. 659) auszuarbeiten. In solchen Fällen wird das nach gehöriger Krümmung zugeschnittene Holz mit den Händen an die (dem gewünschten Querschnitt angemessen gestaltete) Fräse gedrückt und nach Bedürfnis sowohl fortgeschoben, als gewendet; ist die Welle stehend angeordnet, so ragt meistens nur deren oberster Teil mit der Fräse aus einem Arbeitstische hervor[1]), auf welchem das Holz liegt, um seitwärts an der Fräse vorbeizugehen; bei liegender Welle handhabt man das Arbeitstück unter der Fräse und giebt ihm dann häufig eine leicht drehbare Walze zur Unterlage. Da bei einer geschweiften Leiste die Fasern unter den verschiedensten Winkeln an der Oberfläche auslaufen, so ist es (um das Einreissen der Fräse ins Holz zu verhüten) üblich, diese Maschine mit einem Wendegetriebe zu versehen, welches die Drehungsrichtung der Fräse umzukehren gestattet (S. 679) oder in demselben Gestell zwei Fräsköpfe anzuordnen, von denen der eine nach links, der andere nach rechts umläuft.

Nicht selten entschliesst man sich, die senkrechte Fräserwelle an ihrem unteren Ende mit dem Fräskopf zu versehen und dementsprechend über dem Tisch, auf welchem das Werkstück ruht, zu lagern.[2])

Um den Längenverlauf der gefrästen Fläche genau zu erhalten, wenn das Werkstück mittels der Hand dem Fräskopf entgegengeführt wird, befestigt man an dem Werkstück *W*, Fig. 140, eine Lehre *l*, von entsprechender Gestalt, welche gegen den auf dem Tisch *T* befestigten Ring *r* gedrückt wird. *r* ist gleichachsig mit dem Messerkopf *M* angebracht, sodass der Arbeiter das Werkstück nur mit dem Tisch *T* und dem Ring *r* in Fühlung zu erhalten braucht, um die richtige Gestalt der gefrästen Fläche zu erzielen.

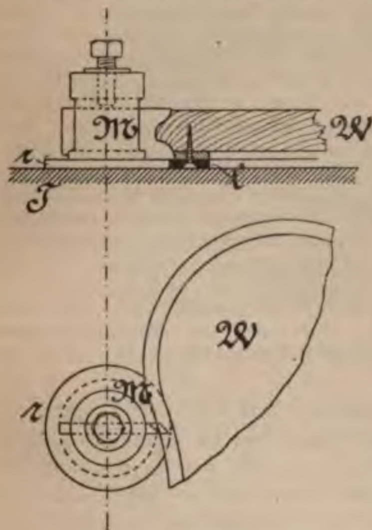


Fig. 140.

An einer kleinen Holzfräsmaschine mit senkrechter Spindel sammelte Hartig folgende Zahlen: Durchmesser des Fräskopfes 94 *mm*, Höhe desselben 31 *mm*, Zahl der Schneiden 6 (drei für Rechtsdrehung, drei für Linksdrehung); minutliche Umdrehungszahl des Fräskopfes 2061, sekundliche Schnittgeschwindigkeit 10,1 *m*, Zuschiebung (von Hand) 4 bis 34 *mm* sekundlich; grösste beobachtete stündliche Leistung $V = 0{,}014$ *cbm* Erlenholz in feine Späne verwandelt bei 21,3 *mm* sekundlicher Zuschiebung; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 1{,}32$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 2{,}03$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine $1{,}78 \cdot 0{,}89 = 1{,}58$ *qm*, Gewicht derselben 300 *kg*; der Arbeitswert für 1 *cbm* stündlich zerspantes Erlenholz ergab sich durchschnittlich zu $\varepsilon = 66{,}7$ Pferdestärken, welcher Wert höher ist, als für alle anderen mit kreisendem Werkzeug arbeitenden Holzbearbeitungsmaschinen, — eine Folge des zu grossen Schneidwinkels (90°) und des zu kleinen Anstellungswinkels (0°) der Schneiden und der hierdurch bedingten starken Reibung derselben.

Man führt auch Fräser und Werkstück gegensätzlich in festen Bahnen, wie bei Metallfräsmaschinen.

Um z. B. die Zwingenenden der Spazierstöcke zu fräsen, legt man das betreffende Stockende in einstellbare Lager und führt es mit diesen gegen die

[1]) D. p. J. 1877, **226**, 33 m. Abb.; 1887, **266**, 97 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1879, **232**, 489 m. Abb.; 1888, **267**, 437 m. Abb.

Fräse, während der Stock umgedreht wird.[1]) Es gehören hierher auch eine Maschine, welche bestimmt ist, kleine Drehkörper in grosser Zahl zu erzeugen[2]), eine Fräsmaschine für Bilderrahmen u. dgl.[3]), eine solche zum Erzeugen gewundener und anderer Verzierungen an Säulchen, Tischbeinen u. s. w.[4]), zum Ebnen der Fleischblöcke[5]) und endlich die zahlreichen Maschinen zum Erzeugen unregelmässiger Gestalten (Kopiermaschinen), welche für Gewehrschäfte, Schuhleisten, Holzschuhe, Hutformen und andere in grösseren Mengen verlangte Gegenstände verwendet werden.

Die einfachsten derselben übertragen die Gestalt des Modelles auf das zu bearbeitende Werkstück, ohne an den Abmessungen zu ändern. Ein Führungsstift bezw. eine Führungsrolle ist so mit einem Fräskopf verbunden, dass beide gleiche Wege zurückzulegen haben, oder der führende Teil und der Fräskopf sind festgelagert, während Modell und Werkstücke gleiche Bewegungen machen. Es wird alsdann der führende Teil mit dem Modell in Fühlung gehalten, sodass bei der gegensätzlichen Bewegung ohne weiteres die Gestalt des Modelles auf das Werkstück übertragen wird.[6]) Man ist zwar imstande, mittels dieser Maschinen in einer Richtung oder zweien derselben die Abmessungen des Werkstückes anders zu machen als diejenigen des Modelles, allein, es ist unmöglich, das ursprüngliche Verhältnis der Abmessungen in den verschiedenen Richtungen beizubehalten. Es entstehen daher, wenn nach einem Modell verschieden grosse Werkstücke gefertigt werden, leicht Zerrbilder derselben.

Eine Änderung der Abmessungen unter Inhaltung der Verhältnisse, eine dem Modell geometrisch ähnliche Wiedergabe des Modelles ist möglich, indem man die Gesetze des Storchschnabels oder Pantographen (I, 673) ins Räumliche überträgt und den geführten Stift durch einen geeigneten Fräskopf ersetzt. Es giebt solche Fräsmaschinen für hölzerne Schuhleisten; die Bauart derselben wird aber geheim gehalten.

Man richtet Maschinen der in Rede stehenden Art zur gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer Stücke ein, bringt statt der oben erwähnten Messerköpfe einfache kreisende Hobeleisen, kreissägenähnliche Fräsen oder eine lange gerade Säge an und lässt (was in den meisten Fällen vorzuziehen ist) die schwingende Bewegung durch diese Schneidwerkzeuge vollbringen, während die Arbeitstücke sich einfach um die Achse drehen u. s. w.

An einer Kopiermaschine für Axthelme, mit schwingendem Werkzeug, wurde von Hartig folgendes beobachtet: Des grössten Arbeitstückes Durchmesser 13 *cm*, Länge 1,135 *m*; minutliche Umdrehungszahl des Arbeitstückes 5,98 bis 38,9, des Fräskopfes (mit vier hakenförmigen Stählen) 2280, sekundliche Umfangsgeschwindigkeit des letztern 19,1 *m*; stündliche Leistung $V = 0{,}0038$ *cbm* ($G = 2{,}63$ *kg*) Eschenholz abgedreht bei Herstellung von drei Axthelmen von 93 *cm* Länge, 35 bis 50 *mm* Dicke; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang

---

[1]) D. p. J. 1886, **262**, 356 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1886, **260**, 365 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1883, **248**, 315 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1877, **226**, 35 m. Abb.; 1882, **244**, 425 m. Abb.

[5]) D. p. J. 1887, **265**, 50 m. Abb.

[6]) Für Schuhleisten, Radspeichen u. s. w.: D. p. J. 1824, **11**, 314; 1854, **131**, 1 m. Abb.; 1872, **206**, 5 m. Abb.; 1877, **226**, 34 m. Abb.; 1885, **256**, 65 m. Abb.
The pract. mech. Journal, Jan. 1858, S. 256 m. Abb.
Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1862, S. 97 m. Abb.
Revue industr., März 1882, S. 81 m. Abb.
Annales industr., Okt. 1883, S. 571 m. Abb.
Samml. von Zeichnungen f. d. Hütte, 1868, Bl. 6.
Wiebe, Skizzenbuch, 1870, Heft 2, Bl. 2.
Le génie civil, Mai 1884, S. 34 m. Abb.
Für flache Gestalten: D. p. J. 1871, **199**, 14 m. Abb.; 1878, **227**, 429 m. Abb.; 1885, **256**, 527 m. Abb., 528 m. Abb.; 1887, **263**, 20 m. Abb.

$N_0 = 0{,}18$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}44$ Pferdestärken; Raumbedarf $1{,}65 \,.\, 1{,}35 = 2{,}23$ *qm*, Gewicht der Maschine 1000 *kg*; allgemein berechnet sich, wenn u_2 die minutliche Umdrehungszahl des Arbeitstückes, G die stündlich zerspante Holzmenge in Kilogrammen bezeichnet, der Arbeitsverbrauch beim Abdrehen von Eschenholz zu

$$N = 0{,}12 + 0{,}0085 \,.\, u_2 + 0{,}10 \,.\, G \text{ Pferdestärken.}$$

16) Drehen und Drehbank.[1]) Die Drehbank für Holz unterscheidet sich von der Metalldrehbank (S. 324) vorwiegend durch leichtere und einfachere Bauart, sowie dadurch, dass die Arbeitsspindel zu weit grösserer Geschwindigkeit befähigt ist. Da zu ihrem Betrieb ein verhältnismässig geringer Arbeitsaufwand genügt, so werden viele Holzdrehbänke durch den Fuss des Arbeiters betrieben. Die Arbeitsgeschwindigkeit ist nur begrenzt durch das bei zu grosser Geschwindigkeit eintretende Zittern des kreisenden Werkstückes. In dem rohen Werkstück fällt selbstverständlich die Schwerachse nicht mit der Drehachse zusammen, sodass bei rascher Drehung die Schleuderkraft sich recht unangenehm geltend macht. Weniger unrunde Werkstücke dürfen demnach rascher kreisen, als unvollkommner vorbereitete und ebenso kleinere eine grössere Umdrehungszahl machen, als grössere. Unter Umständen wendet man bis zu 2000 Umdrehungen in der Minute an. In der Regel ist die minutliche Drehungszahl weit geringer, sodass auch die Leistung gegenüber derjenigen der Messerköpfe — die genau abgelehrt werden und demgemäss im allgemeinen weit grössere Geschwindigkeiten gestatten — zu wünschen übrig lässt. Letztere haben denn auch den Drehbänken einen Teil ihres Gebietes entrissen.

Das Einspannen der Arbeitstücke an der Drehbank-Spindel geschieht mittels verschiedener Futter (I, 561). Für Gegenstände, welche durch gewaltsames Eintreiben in ein Futter beschädigt werden könnten, gebraucht man Futter, welche, nach dem Hineinschieben des Stückes, durch einen Ring, eine Schraube u. s. w. zusammengepresst werden. Ist das in einem Futter an der Spindel befestigte Arbeitstück zu lang, um auch an den vom Futter entfernteren Teilen unter dem Drucke des Werkzeugs sich nicht zu biegen, so setzt man vor das andere Ende die Spitze des Reitnagels. Sofern auf diese Weise der Reitstock zu Hilfe genommen wird, kann aber gewöhnlich das Futter ganz erspart werden, indem man statt dessen den Dreizack (Zwirl) anwendet. Unter diesem Namen ist ein an der Spindel befestigter Kopf zu verstehen, welcher eine scharfe stählerne Mittelpunktspitze und daneben zwei breitere schneidige Stahlzacken enthält: diese drei Teile werden in die Endfläche des Arbeitstückes gestochen und leisten zusammen denselben Dienst wie beim Metalldrehen zwischen Spitzen die Spindelspitze nebst dem Mitnehmer (I, 580).

Die Drehstähle[2]) zum Gebrauch auf Holz sind natürlich von den für Metall bestimmten wesentlich verschieden, und zwar sowohl durch grössere Breite (weil man von Holz ohne Schwierigkeit breite Späne nehmen kann), als durch die weit grössere Schärfe der Schneiden, welche meist mit Winkeln von 20 bis 30 Grad angeschliffen werden. Die allgemeinste Anwendung finden die Röhre, der Hohlmeissel oder Schrotmeissel und der Stichel, Drehmeissel oder Schlichtmeissel. Die Röhre ist tief rinnenartig ausgehöhlt

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 4, S. 272 m. Abb. Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 4, S. 241 m. Abb. Geissler, Drechsler. F. Campin, Das Drechseln in Holz u. s. w. Weimar 1862.

[2]) Holtzapffel, turning & mech. manip., Bd. 2, S. 508 m. Abb.

(sodass ihr Querschnitt die Gestalt eines Halbkreises darbietet), und somit dem Hohleisen (S. 640) ähnlich; jedoch ist zugleich die Linie der Schneide auch dergestalt gekrümmt, dass deren mittlerer Punkt bedeutend weiter hervortritt, als die Endpunkte. Dadurch schneidet das Werkzeug mit seiner halb-elliptischen scharfen Kante mehr oder weniger tiefe runde Furchen aus und ist geeignet, stark einzudringen, weshalb man mit der Röhre das Drehen aus dem Groben verrichtet, wobei es mehr auf Schnelligkeit als auf die Erzeugung einer glatten Oberfläche ankommt. Die Breite der Röhren beträgt von 6 *mm* bis zu 36 *mm*; die englischen sind von der äusseren Seite zugeschärft, die deutschen von innen: diese letztere Art scheint, wenn nur überhaupt der Drechsler damit vertraut ist, eine bessere Wirkung zu geben. Der Stichel dient zum Reindrehen, also zur Vollendung der Arbeiten, welche durch ihn eine sehr grosse Glätte erhalten, wenn das Gefüge des Holzes günstig ist. Er gleicht dem Balleisen der Tischler (S. 639), insofern er wie dieses flach ist, eine geradlinige (oder nur äusserst schwach bogenförmige), gegen die Achse des Werkzeuges schräg stehende, von beiden Flächen aus sehr schlank zugeschärfte Schneide hat. Seine Breite ist 6 bis 50 *mm*.

Bei den englischen Sticheln beträgt die Neigung der Schneide gegen die Achse 80 bis 85 Grad, bei den deutschen etwa 70 Grad; letztere besitzen aber noch das Eigentümliche, dass sie dünner und leichter sind und unmittelbar hinter der Schneide schmäler werden, während die englischen in dem grössten Teile ihrer Länge einerlei Breite haben. Jene eben erwähnte Gestalt der deutschen Meissel macht, dass die Ecken an den Enden der Schneide mehr spitzwinklig sind, was zum Arbeiten oft sehr bequem ist. Beim Drehen wird der Meissel nach Erfordernis in verschiedenen Lagen gehalten, immer aber so geführt (fortgerückt), dass die stumpfere Ecke der Schneide vorausgeht. Um schmale und tiefe Einschnitte (Stiche) in die Arbeit zu machen, legt man den Meissel so gegen dieselbe, dass die Schneide in eine senkrechte Ebene fällt und die spitze Ecke unten sich befindet.

Der geübte Drechsler weiss mit Röhre und Stichel, besonders mit letzterem, viel mannigfaltigere Formen auszuarbeiten, als man nach der einfachen Gestalt dieser Werkzeuge für möglich halten sollte, und wendet nur in jenen Fällen, wo dieselben durchaus nicht genügen, andere Drehwerkzeuge an. Hierzu gehören: der Ausdrehstahl, mit seitwärts stehender Schneide, zum Ausdrehen von Höhlungen, welche aber immer durch Bohren angefangen sein müssen; — der Spitzstahl, um spitzwinklige Furchen einzuschneiden; — der Schlichtstahl, mit geradliniger Schneide wie der Stichel, aber von diesem dadurch verschieden, dass er höchstens 25 *mm* breit ist, dass ferner seine Schneide rechtwinklig gegen die Achse steht und nur von einer (der untern) Seite her zugeschärft ist, vorzüglich zum Reindrehen sehr harter Hölzer; der Stichstahl, dem vorigen ähnlich, aber an der Schneide sehr schmal, zum Eindrehen rechtwinkliger Furchen; — Hakenstähle und Mondstähle zur Erweiterung von Höhlungen, deren Seitenwände nicht gerade sind; — das Baucheisen, der Ausdrehhaken, der Einschneider und der Zweischneider, sämtlich hakenartig gekrümmte, dünne und messerartig scharf geschliffene Drehwerkzeuge zur Bearbeitung grosser ebener Flächen, weiter schalenartiger Vertiefungen oder der Bodenfläche von Höhlungen.

Statt der Stichel oder Stähle verwendet man nicht selten hobelartige Werkzeuge[1]), namentlich, um beim Fertigdrehen dem Werkzeug eine vor zu starkem Eingreifen schützende Führung zu gewähren. Es sind alsdann die Schneiden wie die Sohlen der Hobelkasten nach dem herzustellenden Werkstück gestaltet und demgemäss nach Umständen reich gegliedert, wie Schneiden und Sohlen der Karnieshobel (S. 660). Rändelrädchen (S. 400) werden für Holz wie für Metall gebraucht; auch kommen zuweilen Fräser bei Drehbänken zur Verwendung.

Man lenkt die Drehwerkzeuge entweder freihändig unter Benutzung einer Auflage, d. h. einer festen Schiene, auf welche sie ge-

[1]) D. p. J. 1885, **256**, 212 m. Abb.

stützt werden, oder befestigt sie an Schlitten (S. 314—316), welche den bei Metalldrehbänken üblichen im wesentlichen gleich sind, und führt sie mit Hilfe dieser in sichereren Bahnen, zuweilen die Leitspindel benutzend. Die in ein Stichelhaus zu spannenden Drehstähle haben selbstverständlich eine etwas andere Gestalt als die Handstähle; sie sind den Metall-Drehsticheln ähnlich und unterscheiden sich von diesen hauptsächlich durch den kleineren Schneidwinkel und die längere Schneide. Übrigens kommen mannigfache Gestalten der durch Schlitten geführten Drehwerkzeuge vor.

An einer Drehbank für Holz, deren Stichel mittels Schlitten geführt wurde, führte Hartig die folgenden Beobachtungen aus: Durchmesser der Planscheibe 80 *cm*; des grössten Arbeitstückes Durchmesser 2,50 *m*; minutliche Umdrehungszahl der Planscheibe 44 bis 480; grösste beobachtete stündliche Leistung $V = 0{,}044$ *cbm* Fichtenholz abgedreht bei 12,3 *m* sekundlicher Schnittgeschwindigkeit, 0,62 *mm* Schnittbreite, 2,63 *mm* Schnitthöhe, 995 *mm* Durchmesser; hierbei Arbeitsverbrauch im Leergang $N_0 = 0{,}64$ Pferdestärken, im Arbeitsgang $N = 0{,}94$ Pferdestärken; Raumbedarf der Maschine 4,67 . 2,14 = 10,0 *qm*; allgemein ist der Arbeitsverbrauch dieser Drehbank bei Bearbeitung von Fichtenholz nach der Formel

$$N = 0{,}05 + 0{,}0023 \,.\, u_2 + 10{,}6 \,.\, V \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen, worin u_2 die minutliche Umdrehungszahl der Spindel, V die in der Stunde zerspante Holzmenge in Kubikmetern bezeichnet.

Einige besondere Verfahren und Hilfsmittel der Holzdreherei verdienen Erwähnung.

1) Zur Darstellung hölzerner Ringe (für Vorhänge u. dgl.) wird an eine in der Drehbank umlaufende Holzscheibe, ausserhalb des Mittelpunktes, zuerst von der einen Fläche ein Schneidwerkzeug angehalten, welches zwischen zwei scharfspitzigen Zähnen eine Schneide von der durch den Querschnitt des Ringes vorgeschriebenen Gestalt enthält; dann von der andern Fläche ein ähnliches Werkzeug zur Wirkung gebracht. Diese beiden Werkzeuge bilden ein gabelförmiges Ganzes, in dessen Ausschnitt die Holzscheibe eintreten kann, und welches sich um einen Stift auf der Auflage dreht, sodass eine einfache Wendung genügt, um entweder die eine oder die andere Schneide zum Angriff zu bringen, und beide sicher einander gegenüber arbeiten.[1])

2) Dreht man aus Scheiben eines leicht spaltenden Holzes (Fichte, Tanne u.s.w.) gleichachsig zu den Jahren ringförmige Körper von beliebiger Querschnittsgestalt (Reifen), so können diese nachher in der Richtung des Halbmessers zu einer Menge übereinstimmend gestalteter Stücke zerspalten werden; dieses Verfahren ist üblich zur Verfertigung kleiner Tierfiguren (Kinderspielzeug), welche nach dem Herausspalten aus den Ringen durch Schnitzen vollendet werden.

3) Verschiedene Vorrichtungen als Zugabe zur Drehbank sind angegeben worden, um lange und dünne cylindrische Stangen, eigentümlich gestaltete Scheiben (Kugelspiegel für Kanonen) u. s. w. zu drehen.[2])

4) Bei einer Drehbank zu Geländerstäben u. dgl., welche der Länge nach geschweift, also in verschiedenen Stellen ungleich dick sind, befindet sich das Drehwerkzeug an einem Hebel, der bei seinem Fortschreiten längs des Arbeitstückes auf einem zweckmässig ausgeschweiften Lineale gleitet und durch dasselbe veranlasst wird, sich nach Vorschrift dieser Lehre zu heben und zu senken.[3]) Es giebt zu gleichem Zwecke eine vollkommenere selbstthätige Einrichtung, wobei die Bewegung eines mit dem Drehstahl ausgestatteten Schlittens (Supportes) durch die Lehre geregelt wird.[4]) Bei einer anderen Einrichtung befindet sich

---

[1]) Samml. v. Zeichn. f. d. Hütte 1866, Blatt 10.
[2]) D. p. J. 1859, **153**, 327, 328 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1859, **153**, 326 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1888, **269**, 556 m. Abb.

ein einziger Formstahl von solcher Länge an einem senkrecht verschiebbaren Schlitten, dass eine geradlinige Verschiebung desselben genügt, das Arbeitstück von einem Ende zum anderen fertig zu drehen.[1])

5) Vierkantige Stäbe zu Geländern u. dgl., welche in der Längenrichtung mit Leistenwerk oder anderen Gliederungen versehen sind (S. 665), werden auf der Drehbank in verschiedener Weise erzeugt. a. Man spannt dieselben in grösserer Zahl zwischen zwei Ringe, sodass sie eine Art Trommel bilden, deren Achse mit derjenigen der Drehbankspindel zusammenfällt, und dreht die Aussenfläche nach der verlangten Längengestalt ab, dann wendet man die Stäbe um 90°, ohne sie von ihrem Ort zu entfernen u. s. w.[2]) Es wird auch wohl das mit einem Schlitten verbundene Werkzeug durch eine Lehre gelenkt.[3]) Dieses Verfahren erzeugt im Querschnitt leicht gewölbte Fächen. b. Befestigt man die Werkstücke strahlenförmig an einer Planscheibe[4]), so entfällt diese Wölbung; dagegen werden die Glieder ein wenig gekrümmt.

6) Das Drehen unrunder Gestalten (Passigdrehen) ist ungebräuchlich geworden, weil der herrschende Geschmack derartige Gestalten nicht liebt. Man verschiebt (wie bei ähnlichen Zwecken dienenden Metalldrehbänken [S. 335]) während jeder Umdrehung des Werkstückes den Stahl gegen die Drehachse und zurück, oder lässt das Werkstück mit der Spindel schwingen, indem auf der Spindel eine unrunde Scheibe (Pater) befestigt ist, welche durch Feder oder Gewicht gegen einen festen Stift oder dergl. Rolle gedrückt wird, oder endlich lässt durch eine Pater das Werkstück nebst Spindel in der Längenrichtung hin- und herschieben.[5]) Sehr ausführlich werden die Passigdrehbänke oder Patronendrehbänke in unten verzeichneten Quellen behandelt.[6])

7) Wechselstahldrehbänke, d. h. solche, bei denen mehrere Werkzeuge in geeigneten Einspannvorrichtungen bereit gehalten werden, um rasch hintereinander und in sicherer Lage zur Wirkung zu kommen, finden bei der Holzbearbeitung ebenso Verwendung wie bei Bearbeitung der Metalle (S. 338). Die hier unter 1 angeführte Vorrichtung zum Drehen hölzerner Ringe gehört als ein sehr einfaches Beispiel hierher. Sie kommen jedoch, da sie besondere, oft recht kostspielige Einrichtungen bedingen, die der Gestalt und Grösse der zu erzeugenden Gegenstände angepasst werden müssen, nur für die Massenerzeugung der betreffenden Gegenstände in Frage.[7])

8) Krumme Stäbe, welche nach und nach an verschiedenen Stellen ihrer Länge abgedreht werden müssen (z. B. guirlandenförmig im Bogen aneinander gereihte Kugeln als Verzierung auf Stuhllehnen u. dgl.) erfordern eine besondere Vorrichtung zum Einspannen, damit für jede zu bearbeitende Stelle einzeln die Drehung um den richtigen Mittelpunkt herbeigeführt werden kann.[8])

9) Schraubenartig gewundene Säulen an Möbeln werden durch ein Verfahren hergestellt, welches man das Gewunden-Drechseln nennt, und das dem Schraubenschneiden nahe steht. Der zu bearbeitende Stab wird an einem seiner Enden mit der Führungswelle (einer Schraube, deren vertiefte Gänge nur schmal sind, aber weit auseinander liegen) verbunden. Diese Welle (gleichsam eine Leitspindel) bewegt sich, wenn man sie vermittels einer Kurbel um ihre

---

[1]) D. p. J. 1869, **191**, 4 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1880, **237**, 357 m. Abb.; 1881, **241**, 174 m. Abb.; 1883, **250**, **446** m. Abb.

[3]) D. p. J. 1886, **262**, 442 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1884, **253**, 273 m Abb.

[5]) D. p. J. 1884, **253**, 361 m. Abb.

[6]) Besson, theatr. instrumentorum machinorum, Lugdum 1578, m. Abb.
Plumier, L'art de tourneur, Paris 1706, m. Abb.
Geissler, Drechsler, 5 Bände, Leipzig 1795 bis 1801.

[7]) Polyt. Centralbl. 1848, S. 297; 1851, S. 65 (Spulen) m. Abb.
D. p. J. 1880, **238**, 460 (Holzknöpfe) m. Abb.; 1881, **239**, 321; 1885, **256**, 212 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1882, S. 226.

[8]) D. p. J. 1831, **42**, 396.

Achse dreht, in einer Docke der Drehbank oder auf einer für sie bestimmten Unterlage, und zwingt somit auch die Arbeit zur schraubenden Bewegung an dem festgehaltenen Drehstahle vorbei.[1]) Kleine gewundene Gegenstände, z. B. Formen für Quasten, welche mit Seide überkleidet werden, kann man ohne Drehbank auf einer selbständigen, nach Art der Schraubenschneidmaschinen gebauten Vorrichtung[2]) verfertigen.

10) Guillochierung (vergl. S. 397) eignet sich im allgemeinen wenig zur Ausführung auf Holz; höchstens können in den feinsten und dichtesten Holzarten Zeichnungen durch Zusammenstellung eingedrehter Kreise und verschiedenartig gebohrter Löcher gebildet werden. Dazu giebt es eigene auf der Drehbank statt des Schlittens anzubringende Vorrichtungen[3]), und auch eine selbständige kleine Maschine.[4])

17) Gewindeschneiden (I, 421).[5]) Hölzerne Schrauben sind wenig gebräuchlich, ihre Gewinde sind immer solche mit dreieckigen (scharfen) Gängen, weil wegen der Spaltbarkeit des Holzes in der Faserrichtung das Gewinde einen breiten Fuss haben muss. Eben jene Spaltbarkeit ist aber auch Ursache, dass die Kanten der Gänge bei geringer Gewalt ausbrechen; deshalb pflegt man die hohen Gänge der Schraubenspindeln nicht scharfkantig, sondern abgeplattet zu machen.

Der Kantenwinkel des dreieckigen Gewindganges (oder — sofern eine Abplattung vorhanden ist — die Neigung der schrägen Seitenflächen des Ganges zu einander) wird, mit Rücksicht auf die geringere Festigkeit des Stoffes, bei hölzernen Schrauben grösser genommen als bei metallenen (S. 310), nämlich = 60 bis 90 Grad. Ein gewisses Verhältnis muss zwischen dem Durchmesser der Schraube und der Ganghöhe stattfinden, und der in dieser Beziehung gestattete Spielraum ist weniger gross als im allgemeinen bei metallenen Schrauben, weil die Gänge dieser letzteren auch bei ziemlich bedeutender Feinheit noch für die meisten Fälle Festigkeit genug besitzen, wogegen hölzerne zu leicht ausbrechen. Man hält sich ziemlich fest an die Regel, ein Fünftel vom Durchmesser der Schraube (einschliesslich des Gewindes) zur Ganghöhe zu nehmen, sofern der Durchmesser über 7 *cm* beträgt; dagegen ein Viertel bei Schrauben von und unter 7 *cm* Durchmesser, bei ganz dünnen sogar bis zu zwei Siebentel. Häufige Ausnahmen kommen jedoch bei den auf der Drehbank geschnittenen Schraubengewinden, wodurch Bestandteile von Arbeitstücken zusammengesetzt werden, vor: diese sind im allgemeinen viel feiner, weil meist nur eine geringe Länge für die Schraube gegeben ist, auf welcher eine nicht zu kleine Anzahl von Gängen Platz finden muss. — Linke, sowie mehrfache Schrauben aus Holz kommen nicht oder nur als seltene Ausnahmen vor.

Wo nicht durch besondere Umstände ein anderes nötig gemacht wird, wählt man zu Schrauben nur die festesten und zähesten Hölzer, vorzüglich Weissbuchen, Apfelbaum, Holzbirnbaum, Atlasbeerbaum, Spierlingsbaum u. s. w.

Nur sehr grobe Bolzengewinde werden nach entsprechender Vorzeichnung mit Stechbeitel und Raspel ausgebildet. Regelmässig erzeugt man Bolzengewinde mittels des Schneidzeuges oder der Drehbank, und Muttergewinde durch Gewindebohrer oder auf der Drehbank.

---

[1]) Geissler's Drechsler, Bd. 2, S. 49; Bd. 4, S. 1.
[2]) D. p. J. 1853, **129**, S. 198.
[3]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover, 1852, S. 36 m. Abb. Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1854, S. 117.
[4]) Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 8, S. 1.
[5]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 13, S. 555 m. Abb. Jahrb. d. Wiener polyt. Inst., Bd. 4, S. 396.

Das Schneidzeug, welches Fig. 141 und 142 im Aufriss, bezw. Grundriss darstellen, besteht aus einem Klotz *b*, der durchbohrt und mit Muttergewinde versehen ist, dem geissfussartigen Messer *i*, welches durch die Schraube *s* so festgehalten wird, dass die Schneide genau in den Gewindegang des erwähnten

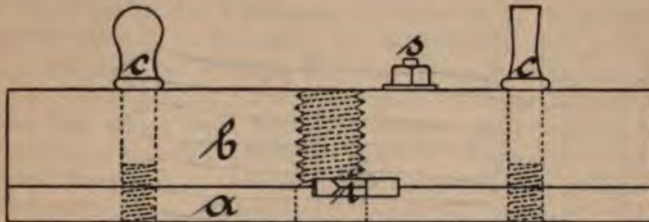


Fig. 141.



Fig. 142.

Muttergewindes passt, und der Deckplatte *a*, die durch Schrauben *c* gehalten wird. Die Platte *a* hat lediglich die Aufgabe, dem Werkzeug auf dem Ende des abgedrehten Werkstückes eine gute Führung zu geben, sodass das Messer von vornherein in der zutreffenden Richtung eindringt. Sind erst einige erzeugte Gewindegänge in das Muttergewinde getreten, so ist *a* entbehrlich, wird auch dann zuweilen fortgenommen, um das Gewinde näher bis an einen etwaigen Kopf des Bolzens schneiden zu können. Zuweilen werden zwei Messer *i* einander gegenüber gelegt, sodass das erste den Gewindegang auf etwa die halbe Tiefe, das zweite die volle Tiefe hervorzubringen hat.

Die Gewindebohrer für Muttern sind bei kleinen Abmessungen den Gewindebohrern für Metall ähnlich; sie unterscheiden sich von letzteren hauptsächlich durch weitere Aussparungen für das Abfliessen der Späne. Für grössere Durchmesser sucht man den Spanabfluss in folgender Weise zu begünstigen. Fig. 143 stellt den wirksamen Teil des Gewindebohrers in dem Augenblicke dar, in welchem er in das zur Mutter auszubildende Holzstück *M* einzudringen beginnt. Der Bohrer *B* ist hohl vor dem Ende seines Gewindeganges, bei *b* ist die Wand des Bohrers mit einem Loch versehen, welches so ausgebildet ist, dass seine Wandungen mit den Seitenflächen des Gewindeganges geissfussartig zusammenstossende Schneiden bilden. Hierdurch erhält man zunächst einen reineren Schnitt, als mittels der Schneidkanten, welche dem gewöhnlichen Bohrer eigen sind; ausserdem wird der gebildete Span sofort in die Bohrerhöhlung gelenkt, durch welche er nach unten fällt. Zuweilen flacht man den Gewindegang des Bohrers auf einem halben Umkreis ab, sodass zwei hintereinander arbeitende Schneiden entstehen. Die erste ist etwa trapezförmig, die andere, welche ersterer gerade gegenüberliegt und vor welcher selbstverständlich ebenfalls ein Loch zum Abfliessen der Späne angebracht ist, hat die volle Querschnittsgestalt des Gewindes.

Das Gewindeschneiden auf der Drehbank verläuft bei dem Erzeugen hölzerner Gewinde gerade so wie bei dem Verfertigen metallner Schrauben (S. 336). Da die Holzdrehbänke meistens weniger durchgebildet sind, als die Metalldrehbänke, so finden die Schraubstähle zum

Schneiden hölzerner Gewinde weit häufiger Verwendung, als für metallne Schrauben.

18) Für kleinere Werkstätten, welche nicht imstande sind, die verschiedenartigen Werkzeugmaschinen einigermassen voll zu beschäftigen,

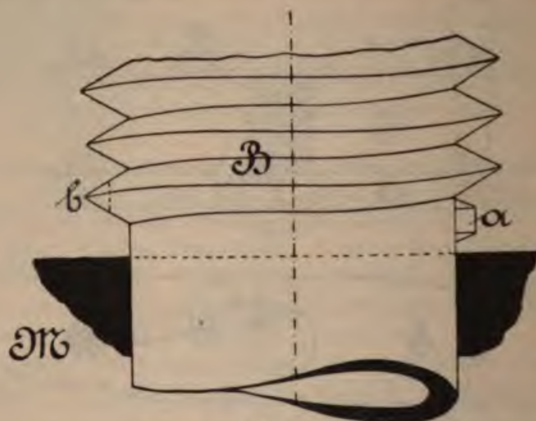


Fig. 143.

die aber die Vorteile der Maschinenarbeit der Bearbeitung durch Handwerkzeuge gegenüber möglichst benutzen wollen, hat man sogenannte kombinierte Holzbearbeitungsmaschinen, Universal-Tischlermaschinen, richtiger vielseitige Tischlermaschinen gebaut, welche mehrere der w. o. erörterten Maschinen in sich vereinigen.[1]) Man verbindet z. B. mit einer Kreissäge eine Walzenhobelmaschine, eine Langlochbohrmaschine und eine Fräsmaschine, oder fügt einer Bandsäge Hilfswerkzeuge an, welche sie zur Ausführung anderer Arbeiten befähigt. Im allgemeinen haftet diesen vielseitigen Maschinen derselbe Übelstand an, den man der weitgetriebenen Vielseitigkeit auf anderen Gebieten häufig anmerkt: es wird die Gebrauchsfähigkeit der einen Eigenschaft durch die Gegenwart der anderen beeinträchtigt. Für manche Fälle mögen aber die in Rede stehenden Maschinen im ganzen wirklichen Nutzen bringen.

2. Gestaltung des Holzes durch Biegen und Pressen.

1) Biegen des Holzes. Zur Herstellung von Arbeitstücken gebogener Gestalt wird vorteilhaft krummgewachsenes Holz angewendet. Da indessen solche Krummhölzer nicht in gehöriger Menge und Beschaffenheit anzutreffen sind, so bleibt meist keine andere Wahl, als entweder die Stücke aus geradem Holze mit der Säge krumm zuzuschneiden (wobei aber die Fasern mehr oder weniger auf eine für die Festigkeit

---

[1]) D. p. J. 1874, **214**, 186; 1878, **230**, 4, 456; 1883, **248**, 12, sämtl. m. Abb. Pract. Masch.-Constr. 1882, S. 1 m. Abb.

höchst schädliche Weise durchschnitten werden), oder das Holz künstlich zu biegen.

Frisch gefällt besitzt das Holz einen hohen Grad von Biegsamkeit, und wenn es in diesem Zustande gebogen, dann durch eine äussere Kraft bis zum Trocknen in der Krümmung erhalten wird, so verliert es die ihm gegebene Gestalt nicht mehr. Die Biegsamkeit wird bedeutend gesteigert, wenn man der Wirkung der natürlichen Feuchtigkeit durch Erwärmung zu Hilfe kommt. Darauf gründet sich das Biegen der Fassreifen (S. 596). Aber auch schon getrocknetes Holz kann leicht in die mannigfaltigsten Gestalten gekrümmt werden, wenn man es mit heisser Feuchtigkeit durchdringt, was entweder durch Kochen in Wasser, oder durch Behandlung mit Wasserdampf geschehen kann (S. 574). Man schneidet oder spaltet zu diesem Ende das Holz nach der Dicke und Länge der zu verfertigenden Bestandteile, und behobelt oder schnitzt es nach Erfordernis, bringt es auf einige Zeit in einen Kessel mit kochendem Wasser oder in den Dampfkasten, legt es noch heiss an oder zwischen hölzerne oder gusseiserne Formen (sogenannte Zulagen), deren Umrisse angemessen geschweift sind, presst diese durch Schrauben oder auf andere Weise so stark zusammen, dass das Holz die verlangte Krümmung annimmt, und lässt die Stücke unter dem Drucke langsam trocknen. Ausserdem, dass das so behandelte Holz durch Auslaugung an Güte gewonnen hat, besitzt es hauptsächlich den grossen Vorzug, dass die Fasern in demselben mit der Krümmung übereinstimmend laufen, wodurch es dem Zerbrechen weit mehr widersteht, als krumm zugeschnittenes Holz. Man kann daher gebogene Bestandteile beträchtlich dünner machen, als krumm geschnittene, was zur Schönheit und Leichtigkeit der Arbeiten wesentlich beiträgt.

Sehr oft werden die Hölzer zu Kutschengestellen und zu Wagen überhaupt (sogar ganze Radfelgen in voller Kreisrundung), desgleichen krumme Bestandteile von Tischlerarbeiten u. s. w. auf die angezeigte Weise durch Biegen unter Anwendung verschiedener mechanischer Vorrichtungen dargestellt. Eine ausgedehnte Anwendung findet das Biegen des Holzes gegenwärtig zur Herstellung von Stühlen und andern Möbeln, welche wegen ihres verhältnismässig geringen Gewichtes grosse Beliebtheit sich erworben haben. Als Beispiel eines Gegenstandes kleinerer Art gehören hierher die halbkreisförmig gebogenen Kopfenden an Spazierstöcken (Hakenstöcken). Beim Schiffbau werden die Planken zur Bekleidung krummer und windschiefer Flächen im Dampfkasten erweicht, dann noch weich und warm an Ort und Stelle gelegt und mittels der Bolzen befestigt, welche sie zu Annahme und Beibehaltung der geforderten Biegungen nötigen. — Es scheint, dass nicht selten die künstlich gebogenen Hölzer ein gewisses Bestreben zeigen, allmählich wieder in ihre natürliche Gestalt zurückzutreten: Radfelgen sollen dadurch unrund werden, Stuhllehnen sich verziehen u. s. w.

Die dem Biegen dienenden Vorrichtungen[1]) sind zuweilen sehr einfach, zuweilen verhältnismässig reich ausgebildet.

Da bei dem Biegen des Holzes die an der Aussenseite des Bogens belegenen Fasern eine nennenswerte Streckung erfahren, so übt man häufig,

[1]) D. p. J. 1826, **21**, 29; 1858, **147**, 17, **149**, 321; 1881, **239**, 16; 1882, **245**, 13 m. Abb.
Polyt. Centralbl. 1848, S. 1329; 1858, S. 1621 m. Abb.

um das Reissen derselben zu vermeiden, einen Druck in der Längenrichtung des Holzes aus, erzwingt also die Längenverschiedenheit des äusseren und inneren Bogens vorwiegend durch Verkürzung der am inneren Bogen belegenen Fasern. Das geschieht z. B. bei der alten, aber noch vielfach verwendeten Biegevorrichtung, welche Fig. 144 darstellt, dadurch, dass man das Werkstück *w* auf eine biegsame eiserne Schiene *c* legt, deren Enden hakenförmig aufgebogen sind, zuweilen aber durch Einwirkung besonderer, auf die Enden des Werkstückes drückender Werkzeuge.[1])

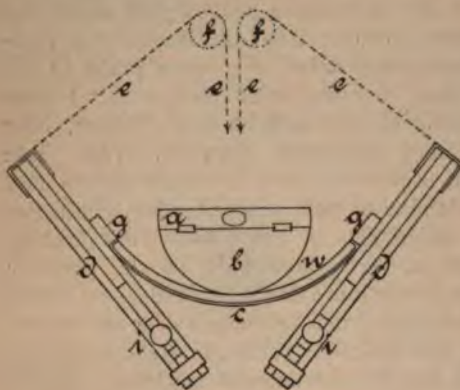


Fig. 144.

Fig. 144 stellt eine Biegevorrichtung für Radfelgen u. dgl. dar. An einem festen Gestell befinden sich zwei Zapfen *i*, um welche die Hebel *d* drehbar sind, ferner die zweiteilige Lehre *ab*, und die Vorrichtung zum gewaltsamen Drehen der Hebel *d*. Man legt zunächst die Hebel *d* in eine gerade Linie, legt die Schiene *c* nebst Werkstück *w* auf die Hebel und zwischen zwei einstellbare Klötze *g*, schiebt *ab* fest gegen das Werkstück *w* und zieht alsdann die Seile *e*, welche über Rollen *f* geleitet sind, durch Aufwickeln auf eine Trommel langsam aber kräftig an, bis die Hebel eine zu einander gleichlaufende Lage angenommen haben, bezw. das Werkstück *w* halbkreisförmig die Lehre *ab* umschliesst. Nunmehr beseitigt man die Klötze *g* und verklammert die Enden der biegsamen Schiene *c* über *a*. Die Hebel werden sodann losgelassen und Schiene *c* nebst Werkstück *w* und Lehrenteil *a* abgenommen, um das gebogene Holz zu trocknen. Eine andere Einrichtung stellt Fig. 145 dar. Hier ist die Lehre ein entsprechend gebogenes Eisen *a* mit u förmigem Querschnitt, welches — am linken Ende, in bezug auf die Figur — mittels eines Bodens geschlossen ist. Man legt in die Rinne dieser Lehre *a* nach Umständen mehrere Holzstäbe *b* nebeneinander, bedeckt sie mit der Schiene *c*, welche mit einer Öse am linksseitigen Ende der Lehre *a* festgehängt wird, während am rechtsseitigen Ende der Schiene *c* eine Druckschraube angebracht ist, welche gegen das Ende des zu biegenden Holzes drückt. Das Ganze wird dann langsam zwischen zwei Walzen *w* hindurchgeführt, rechtzeitig ein Spannbügel *d* angelegt, um das vorangehende Ende des Holzes mit der Lehre in Berührung zu erhalten und schliesslich das hintere Ende des Holzes in ähnlicher Weise mit der Lehre *a* verklammert.

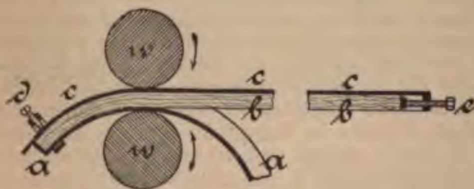


Fig. 145.

Beim Verfertigen der Schachteln aus Holzspänen sind weit geringere Kräfte erforderlich, auch sind die Späne dünn genug, um die Gefahr des Reissens

[1]) D. p. J. 1884, **256**, 62 m. Abb.

der aussen liegenden Fasern vernachlässigen zu können, und das Trocknen kann sehr rasch stattfinden. Man biegt deshalb die Späne um mittels Dampf geheizte Lehren und näht oder leimt die Ränder daselbst zusammen.[1])

Das Holz soll besonders geschmeidig und biegsam werden, wenn man es — statt der Behandlung in Dampf oder kochendem Wasser — einige Stunden mit klarer Auflösung von Tischlerleim kocht. Dieses Verfahren eignet sich zumal zur Anwendung auf dünne Blätter, welche man beim nachherigen Krummpressen nach Bedürfnis mehrfach aufeinander legt und so zu einem äusserst haltbaren Ganzen vereinigt.

2) Pressen oder Prägen des Holzes. Das Pressen des Holzes — zur Darstellung von erhabenen Verzierungen auf Dosen, auf Gesimsleisten u. s. w. angewendet — wird auf folgende Weise ausgeführt. Man bedient sich dazu einer starken eisernen Presse und vertiefter Formen, Matern, aus gegossenem Messing. Zum Pressen der runden Tabakdosen-Deckel haben diese Formen die Gestalt kreisrunder Platten, und es gehört zur Anwendung derselben ein eiserner, mit Messing gefütterter, inwendig recht glatter und etwas kegelförmiger Ring, in welchen die Scheiben passen. Man dreht aus dem zu pressenden Holze eine Scheibe von wenigstens 12 *mm* Dicke und von solchem Durchmesser, dass sie ohne grossen Spielraum in den Ring gelegt werden kann, und setzt sie in Berührung mit der erhitzten Mater einem starken, stufenweise steigenden Drucke aus.

Zu diesem Behufe legt man unter die Presse zuerst eine runde eiserne, wenigstens 25 *mm* dicke Scheibe, welche so weit erhitzt ist, dass daraufgespritztes Wasser schnell und unter Zischen verdampft; ferner den Ring, dessen kleinere Öffnung nach unten, in den Ring die Mater mit der Bildfläche nach oben, auf diese das Holz, darüber eine 8 *mm* dicke glatte Messingscheibe, eine zweite erhitzte eiserne Platte (welche bequem in den Ring eintreten muss), eine eiserne Walze von etwas kleinerem Durchmesser als die Öffnung des Ringes, endlich eine dicke viereckige Eisenplatte, welche unten recht eben und glatt, oben hingegen mit einer als Stützpunkt für das Ende der Pressschraube dienenden Einsenkung versehen ist. Das Zusammensetzen aller dieser Teile muss so schnell als möglich geschehen, damit während desselben die heissen Eisenplatten nicht zu sehr abkühlen. Nun vollzieht man ohne Zeitverlust die Pressung, wartet etwa zwei Minuten, damit sich die Hitze der erwärmten Eisenplatten den übrigen Stücken mitteilen kann, und lässt dann die Presse mit ihrer vollen Kraft wirken. Der Druck wird einige Zeit auf voller Höhe erhalten, bei Verwendung einer Schraubenpresse wiederholt auf die volle Höhe gebracht. Nach dem Erkalten (welches man bei Schraubenpressen wohl dadurch befördert, dass man die Presse vom Gestelle abnimmt und in Wasser taucht) löst man die Presse, setzt den Ring verkehrt ein (die grössere Öffnung nach unten) und presst mittels eines hölzernen Pfropfes die Mater samt dem Holze, auf welchem deren Bild vollständig abgedruckt ist, heraus.

Die beschriebene Prägung gelingt winkelrecht zur Faserrichtung, namentlich bei geradfaserigen Hölzern weniger gut, als auf der Hirnseite. Es ist daher für grössere Erhabenheiten bezw. Vertiefungen gebräuchlich, Hirnholz zu verwenden. Will man dem Gepräge das Aussehen geben, als seien die Figuren durch Einschneiden in Langholz hergestellt, so wird ein dünnes, leimgetränktes Holzblatt auf das zu prägende Hirnholz gelegt. Übrigens pflegt man die durch Pressen zu erzeugenden Gestalten regel-

[1]) D. p. J. 1882, **245**, 13 m. Abb.; 1886, **261**, 102 m. Abb.

mässig durch Schneidwerkzeuge aus dem Groben vorzubilden, dem Pressen nur die Vollendung überlassend.

Oben wurde angeführt, dass die Erwärmung des Holzes durch heisse Beilagen (I, 203), stark erhitzte Eisenplatten bewirkt werde. Da durch Unaufmerksamkeit die Erwärmung, welche heisse Beilagen liefern, leicht zu gross werden kann, so behandelt man nicht selten das zu pressende Holz vorher mit kochendem Wasser oder Dampf und heizt die während des Pressens dem Holz naheliegenden Pressenteile durch Dampf.

Es wird auch empfohlen, die Hirnholzflächen mit Leimlösung und Firnis zu tränken, das Holz bei 40 bis 60° zu trocknen und dann stark zu pressen.[1]

Eine bemerkenswerte Anwendung des Holzprägens besteht auch in der Nachahmung des Hirschhorns (künstliches Hirschhorn) für Messerschalen. Die Werkstücke werden dreimal so dick, als sie schliesslich bleiben sollen, aus Ahorn-, Birnbaum- oder Mehlbeerbaumholz (am besten von jungen Stämmen) zugeschnitten, in die gehörige Gestalt gebracht, fein glatt geschabt, 6 bis 7 Tage lang in mit Wasser verdünnte Seifensiederlauge (die man zeitweise etwas erwärmt) gelegt, 5 bis 6 Stunden in einer braunen Farbeflüssigkeit gekocht, hierauf in gusseiserner Form gepresst (um ihnen die dem Hirschhorn eigenen Erhöhungen und Furchen zu geben), zuletzt gefirnisst. Die erwähnte Farbe wird erhalten, indem man 4 Teile Kasselerbraun, 16 Teile Fernambukholz, 3 Teile Pottasche, 2 Teile Zinnauflösung, 64 Teile Wasser, 20 Teile Essig vermischt und zusammen kocht. Die Pressformen verschafft man sich durch Übergiessen von Messerschalen aus dem schönsten natürlichen Hirschhorn mit Gips und Abgiessen dieser Gipsmodelle in Eisen. Sowohl die Mater, als die über das Holz gelegte flache Eisenplatte wird beim Pressen ziemlich stark erwärmt. Der Firnis ist eine Auflösung von 2 Teilen Benzoe und 1 Teil Drachenblut in Weingeist.

Ein anderes Verfahren zur Erzeugung stark hervortretender Gebilde aus Holz besteht in dem Brennen. Es wird mit glühenden Formen gearbeitet, welche alles behufs Herstellung der Vertiefungen wegzuschaffende Holz in leicht abzulösende Kohle verwandeln.

Die Pressformen sind von Gusseisen und enthalten die der beabsichtigten Holz-Gestalt entsprechenden Vertiefungen genau ausgearbeitet; zur Ausübung des Druckes ist hier eine Hebelpresse geeignet, weil eine grosse Kraftentwicklung nicht erfordert wird, die Pressung nur kurze Zeit anhält, aber oftmals wiederholt, also auf Vermeidung des Zeitverlustes beim Öffnen der Presse geachtet werden muss. Man taucht das Holz vorläufig in Wasser, um die starke Einwirkung der Hitze auf die unmittelbar von der Form berührten Stellen zu beschränken. Nachdem die rotglühende Form auf das Holz gesetzt ist, wird sie etwa 20 Sekunden lang angepresst; dann wirft man das Holz in Wasser und bürstet die verkohlten Teile mit einer steifen Bürste ab. Diese wechselweise Behandlung muss bis zur Vollendung der Gestalt wiederholt werden. Jedesmal soll die verkohlte Kruste nicht dicker als 2 bis 3 *mm* sein; auch muss vermöge der raschen (und durch die Nässe des Holzes räumlich beschränkten) Einwirkung der Hitze nur mürbe schwarze, keine halbfeste schwarzbraune Kohle entstehen. Die weichen schwammigen Hölzer (Pappel, Weide, Rosskastanie) liefern das beste Ergebnis; sie gewinnen dabei merklich an Härte und erlangen eine bräunliche Farbe, ähnlich der des alten Nussbaumholzes.

3) Stanzen des Holzes. Holzblätter (Furniere) werden zwischen erwärmten Metallplatten gestanzt, die wie andere Stanzen (I, 296) gestaltet sind. Nur bei ganz schwachen Erhebungen der zu erzeugenden Zeichnung wird die Gegenstanze eben gemacht. Man verwendet zu gleichem Zweck auch Walzen (I, 297).

---

[1]) D. p. J. 1882, **243**, 266.

Ist die eine Stanze im wesentlichen das Spiegelbild der anderen, so wird das Furnier auf der Rückseite mittels Mehlkleister mit dünnem Briefpapier beklebt, noch feucht zwischen den Platten gepresst; nach dem Trocknen füllt man die Vertiefungen mit irgend einem Kitt aus und schleift diese Fläche ab, um sie gehörig auf das mit dem Furnier zu bekleidende Holz aufleimen zu können.

Wenn Furniere aus weissem Holz mit so heissen Stanzen behandelt werden, dass das Holz bis auf einige Tiefe sich bräunt (ohne jedoch zu verkohlen), und man dann die Erhabenheiten weghobelt, so erscheint auf der nun glatten Fläche die Zeichnung wie mit Sepia getuscht, weil deren einzelne Teile desto heller sich darstellen, je weiter sie von der Stanze entfernt waren, während der ebene Grund die dunkelste Farbe behält.

Die Stanzen werden auch durch Dampf geheizt und die Brettchen vorher durchnässt; man lässt sie zwischen den Stanzen trocknen.[1])

Auch verbindet man mit ihnen Vorrichtungen, um die gestanzten Blätter zu beschneiden[2]) oder mit Durchbrechungen zu versehen.[3])

Folgende besondere Art der Holzpressung kann zur Erzeugung eines künstlichen Masers angewendet werden. Man sägt aus feinfaserigen schlichten Holzarten (z. B. Ahorn, Birke) Blätter oder Streifen von 3 *mm* oder mehr in der Dicke; presst dieselben zwischen zwei erwärmten Eisenplatten, welche mit wellenförmigen, genau aufeinander passenden Erhöhungen und Vertiefungen versehen sind, zur mehr oder weniger geschlängelten Gestalt, und hobelt sie schliesslich flach ab. Indem dadurch an den Stellen der weggehobelten Erhöhungen Teile des Innern auf die Oberfläche kommen, entsteht eine dem Maser verwandte Zeichnung, welche z. B. bei eingelegter Arbeit gute Wirkung thut. Das Verfahren bietet Ähnlichkeit mit einem auf S. 41 beschriebenen Verfahren zur Erzeugung damaszierten Stahles dar. Sind die gepressten Holztafeln etwas dick, so kann man sie durch zu den abgehobelten Flächen gleichlaufende Sägeschnitte in mehrere Blätter gleicher Beschaffenheit zerteilen.

3. **Gestalten des Holzteiges** (Holzgiesserei).

Erhabene Verzierungen auf Spiegel- und Bilderrahmen, Möbeln u. s. w. (wie Blätterleisten, Röschen, Arabesken) werden viel wohlfeiler und zum Teil feiner als der Bildhauer sie schnitzen könnte, durch Abdrucken einer weichen Masse (Paste, Holzteig) in vertieften Formen dargestellt. Wenig zutreffend nennt man dieses Verfahren Holzgiesserei. Das Wesentliche dabei besteht darin, dass man aus feinen Holzspänen und starkem Leimwasser einen Teig anmacht, und diesen in die Formen presst. Wenn es dem Zwecke angemessen ist, kann man dem Teig beliebige Farbstoffe beimengen. Wenn die aus Leim und Holz wohl gepressten Gegenstände durch längeres Einlegen in Loh- oder Galläpfel-Aufguss gegerbt werden, gewinnen sie an Haltbarkeit und erlangen grössere Ähnlichkeit mit Holz auch im Ansehen.

Näheres ergeben folgende Bemerkungen. Die Späne (z. B. von Birnbaum- oder Lindenholz, Mahagoni u. s. w.) können Sägespäne oder geraspelte Späne sein, müssen aber zur Abscheidung grober Teile durch ein enges Sieb gebeutelt, nötigenfalls auch vorher (in scharf getrocknetem Zustande) zerstossen oder zerrieben werden. Man kocht aus 5 Teilen guten Tischlerleims und 1 Teile Hausenblase mit der nötigen, durch einen Vorversuch auszumittelnden Menge Wasser eine Flüssigkeit, welche so dünn ist, dass sie beim Erkalten eben nur schwach

---

[1]) D. p. J. 1880, **237**, 23.
[2]) Vor. Quelle.
[3]) D. p. J. 1885, **257**, 433.

gerinnt, ohne eine eigentliche Gallerte zu bilden; seiht dieselbe durch; vermengt sie heiss mit so viel Holzspänen, dass ein ziemlich fester Teig entsteht, drückt diesen mit den Fingern sorgfältig in die dünn mit Öl bestrichenen Formen (aus Metall, Gips, Schwefel, gefirnisstem Holz); legt eine geölte Platte darauf, und beschwert diese mit Gewichten oder setzt das Ganze in eine Presse. Wenn die Masse in der Form halbtrocken geworden ist, schneidet man das Überflüssige über der Fläche der Form mit einer breiten und dünnen Messerklinge weg; stürzt die Formen um, und legt die von selbst herausfallenden oder leicht loszumachenden Abdrücke mit der flachen Seite auf ein glattes Brett, um sie völlig trocknen zu lassen. Sie werden hernach vergoldet oder bronziert, wie Arbeiten aus vollem Holze. — Dicke Stücke kann man, um die feinen Späne zu sparen, auf die Weise verfertigen, dass man erst die beschriebene Zusammensetzung, etwa 2 *mm* dick, in alle Vertiefungen der Form eindrückt, und den Rest der Höhlung mit einer Mischung aus gröberen Spänen und dem nämlichen Leimwasser ausfüllt. Sollen die Verzierungen auf krummen Flächen angebracht werden, so muss man sie vor dem völligen Trocknen biegen und auflegen.

Die Zusammensetzung des Teiges wird auf mancherlei Weise abgeändert und wesentlich verbessert; man nimmt z. B. etwas Tragant unter den Leim, und setzt den Holzspänen feingepulverte Kreide u. dgl. zu. Feingesiebte Sägespäne mit dem achten Teile ihres Gewichtes feinen Harzpulvers innig vermengt und in heissen Formen gepresst, geben einen guten Teig. In Paris wird unter dem Namen *bois durci* in Gestalt von Rahmen, verzierten Bücherdeckeln u. s. w. eine vortreffliche Ware dadurch hergestellt, dass man feingepulverte Sägespäne (vorzugsweise von Jakarandaholz) mit durch Wasser verdünntem Blute tränkt, bei 50 bis 60° C. trocknet, dann mittels kraftvoller Wasserdruck-Pressen in polierte stählerne, auf 170 bis 200° C. erhitzte Formen drückt. Sehr geeignet zur Anfertigung des Holzteiges ist das Holzmehl, d. h. derjenige äusserst fein und kurzfaserige Stoff, welcher durch Abschleifen weichen Holzes auf Drehschleifsteinen hergestellt und hauptsächlich von den Papierfabriken als Zusatz zum Papierzeug verwendet wird. Man kann dieses Holzmehl (o. geschliffenen Holzstoff, S. 630) z. B. mit Blut und Galläpfelaufguss (auch statt des letzteren Wasserglas, oder Tragantschleim, oder Tragantschleim und Leim) zu dickem Teige anmachen, feucht in gusseiserne Formen pressen und trocknen. Ein sehr gut formbarer und beim Austrocknen gut erhärtender Teig besteht aus 100 Teilen in verdünnter Natronlauge behandeltem und gut ausgewaschenen Holzstoff und 30 Teilen vorher in Wasser aufgelöstem Leim, welcher Mischung man eine Abkochung von 5 Teilen Eichenrinde und sodann noch 5 Teile Wasserglas von 15° Bé. zusetzt. — Erwähnung verdient, dass man zu gleichem Zwecke auch Mischungen, welche sehr wenig oder gar keine Holzspäne enthalten, anwendet; z. B. a. 13 Teile Leim in der nötigen Menge Wasser zerlassen, 4 feingepulverte Bleiglätte, 8 Bleiweiss, 1 feine Holzsägespäne, 10 Gips. — b. Gemahlener Gips und Sägespäne vermengt und mit Leimwasser angemacht. — c. Aschenteig, aus feingesiebter Holzasche, Mehlkleister und Papierganzzeug (statt dessen man im Wasser aufgeweichtes und zerstampftes Druckpapier anwenden kann). — d. 8 Teile Schlemmkreide, 4 Teile fein abgesiebte Sägespäne, 1 Teil fein gepulverter Ölkuchen von Leinsamen zusammen mit starker Leimauflösung anhaltend und stark geknetet; erhärtet langsam. — e. 2 Teile Leim in 2 Teilen Leinöl flüssig gemacht, 1 schwarzes Pech in 2 Terpentin geschmolzen, beide Mischungen heiss zusammengerührt, das Ganze mit 2 Sägespänen, 2 geschlemmter Kreide und 2 Englischrot zusammengeknetet (dieser Teig hält auch gut in der Witterung aus). — f. 4 Terpentin mit 1 weisses Pech zusammengeschmolzen, damit 4 dickgekochter Leim heiss vermischt, 8 geschlemmte Kreide, 4 Englischrot, 4 feine Sandelholzspäne zugesetzt, 1 Kopalfirnis (oder dicke Auflösung von Asphalt in Terpentinöl) zugegossen, das Ganze tüchtig durchgeknetet. (Die Teige e. und f. müssen vor dem Pressen erwärmt werden). — g. Leim, Leinölfirnis, zerfallener Kalk. — h. Leim, Terpentin, Leinölfirnis, geschlemmte Kreide. Die Kreide (5 Teile) wird mit dem Leim (im trockenen Zustande 1 Teil) gut zusammengeknetet, der Terpentin nachher zugesetzt. Leinölfirnis während der Bearbeitung so viel beigemischt, als dienlich ist, um das Kleben der Masse an

den Händen zu verhindern. — i. Leimwasser und geschlemmte Kreide ohne weiteren Zusatz (Kreideteig). — k. Kartoffelteig, bestehend aus in Wasser oder Dampf gargekochten Kartoffeln, welche man zerreibt, mit Sägespänen, Torfstaub oder feingemahlener Gerberlohe vermengt, und schliesslich durch Stampfen zu einem geschmeidigen Teige verarbeitet. — l. Steinpappe, ein Gemenge von in Wasser zerweichtem und zu Brei zermalmten Papier mit Thon, Kreide und Leimauflösung.

Endlich ist der Verwandtschaft wegen anzuführen, dass man kleine Verzierungen auf Rahmen nicht selten aus Rose'schem Metall (S. 55) oder ähnlichen sehr leichtflüssigen Metallmischungen durch Giessen oder Abklatschen (S. 157) bildet; feines Netz durch aufgeleimten Tüll (Bobbinnet) darstellt; grosse und stark erhabene Verzierungen aber durch Pressen aus mehrfach zusammengekleistertem Papiere oder Platten von gekratztem, teergetränkten Werg erzeugt. Im letzgenannten Falle sind die Pressformen zweiteilig — vertieftes Unterteil, erhabenes Oberteil — sodass die Rückseite der Papier- oder Werg-Verzierungen hohl ausfällt. Das Papier wird in nassem Zustande, das Werg vor dem Eintrocknen des in ihm enthaltenen Teers gepresst. Man kann Hanf- und Flachs-Werg gebrauchen; ersteres giebt aber eine festere, zähere Masse: diese Verzierungen sind sehr leicht, dauerhaft, selbst in der Nässe haltbar. — Das in England zu ausgedehnter Anwendung im Bauwesen gelangte künstliche Holz enthält etwa die Hälfte seines Gewichtes plastischen Thon, und besteht im übrigen grösstenteils aus Werg (oder zerfasertem alten Tauwerk), woneben Eisenvitriol, Leim und ein wenig Asphalt vorhanden sind; letzteres scheint nur als Bindemittel zur Befestigung einer groben und äusserst lose gewebten Leinwand benutzt zu sein, mit welcher beide Flächen bekleidet sind. Das Erzeugnis wird zu Täfelwerk u. s. w. gebraucht und kommt in Platten von 6 bis 25 *mm* Dicke bei zum Teil sehr beträchtlicher Grösse (bis 4 *m* lang und 2 *m* breit) vor.

Man hat vorgeschlagen[1]), die Verbindung der Späne unter Verzicht auf jedes Bindemittel lediglich durch hohen Druck herbeizuführen. Solches gepresstes Holz soll sich für Webschützen als Ersatz des Buchsbaumholzes gut eignen.

---

[1]) Wochenschr. d. niederösterr. Gewerbever. 1885, S. 286.

IV. Abschnitt.

Vereinigung oder Zusammenfügung der Holzarbeiten (Holzverbindungen).

Die Vereinigung der Bestandteile bei Holzarbeiten geschieht: 1) durch Leim; 2) durch Nägel; 3) durch Schrauben; 4) durch Keile; 5) durch Reifen oder Bänder; 6) durch eigentümliche Gestaltung der Bestandteile selbst, in welchem letzteren Falle oft noch überdies Leim, hölzerne oder eiserne Nägel, Keile, Schrauben oder eiserne Bänder zu Hilfe genommen werden.

1. Leimen und Kitten (I, 443).

Guter Tischlerleim lässt sich zwar am sichersten durch einen versuchsweisen Gebrauch erkennen, zeigt aber auch schon in seinem Äusseren Eigenschaften, nach welchen er beim Einkauf beurteilt werden kann. Er muss gleichförmig bräunlichgelb oder hellbraun, ohne Flecken, glänzend, klar durchscheinend, hart und spröde sein, an der Luft trocken bleiben, beim Biegen kurz abbrechen und glasartig glänzende Bruchflächen zeigen, in kaltem Wasser selbst nach mehreren Tagen bloss aufquellen und klebrig werden, ohne zu zergehen. Bricht er schieferig, so enthält er unvollständig zerkochte sehnige Teile, was — wenn es nicht zu sehr der Fall ist — ihn nicht gerade verwerflich macht. Dicke Tafeln schätzt man mehr als dünne, weil erstere, wenn sie übrigens völlig trocken und spröde sind, eine sichere Gewährleistung für gutes Trocknen des Leimes geben.

Man findet nicht selten Leim-Arten, welche, obwohl im Ansehen einander völlig gleich, dennoch beim Gebrauch einen verschiedenen Grad von Güte offenbaren. Es ist deshalb empfohlen worden, als Anhaltspunkt für die Beurteilung das Verhalten beim Einweichen in kaltem Wasser zu benutzen. Legt man nämlich den Leim 24 Stunden lang in eine reichliche Menge Wasser von ungefähr 15° C., so schwillt er beträchtlich an und schluckt eine Menge Wasser ein, welche das Fünffache bis Sechzehnfache seines eigenen Gewichtes beträgt. Je dichter und elastischer er in diesem aufgequollenen Zustande erscheint, desto fester bindet er beim Gebrauch, und je grösser die Gewichtszunahme, desto ausgiebiger ist er, d. h. desto weiter reicht man mit einem bestimmten Gewichte Leim.

Die Zubereitung des Leimes geschieht auf die bekannte Weise, indem man ihn, in Stücke zerbrochen, einen Tag lang in Wasser weichen lässt, dann in der Leimpfanne mit der erforderlichen (nicht allgemein vorzuschreibenden) Menge Wasser zum gelinden Kochen erhitzt, bis er sich vollständig aufgelöst hat. Das Anbrennen muss durch Mässigung der Hitze und Umrühren auf das Sorgfältigste verhütet werden. Langes Kochen schadet der Bindkraft des Leimes.

Die Erwärmung findet nach älterem Verfahren mittels Kohlenfeuer statt, in welches man den Leimtiegel oder die Leimpfanne setzt. Die gewöhnliche Leimpfanne ist von Eisen oder Messing gegossen und von ziemlich bedeutender Wandstärke, damit sie die Wärme lange hält und folglich der Leim darin nicht zu schnell erstarrt. Sicher gegen das Anbrennen des Leimes und in anderen Richtungen mindestens ebenso angenehm, als die gewöhnliche Leimpfanne, ist ein Leimtopf mit Dampfbad[1]) oder mit Wasserbad.[2]) Letztere Einrichtung besteht aus dem messingenen, 4 bis 6 *mm* in der Wand dicken Leimgefässe, welches in ein Gefäss von Weissblech dergestalt eingehängt wird, dass es auf dessen Rand mit seinem eigenen nach aussen umgekrempten Rande ruht und ringsum wie unten etwa 12 *mm* weit von demselben absteht: der Zwischenraum wird mit Wasser gefüllt, dessen Dampf oben zwischen den Rändern der beiden Gefässe einen notdürftigen Ausgang findet. Nach dem Wegnehmen vom Feuer bleibt der Leim $1^1/_2$ bis 2 Stunden so warm und flüssig, als zur Anwendung desselben nötig ist. Der Leimofen, d. h. der Ofen, mittels welchem das Erwärmen des Leimes stattfindet, ist nicht selten mit einem Trockenofen (s. w. u.) vereinigt.[3]) — Zum Aufstreichen des Leimes dient ein Borstenpinsel, der sehr dauerhaft gemacht sein muss. Man verfertigt denselben am besten so, dass man in dem Ende des hölzernen Stieles ein hinreichend weites und tiefes rundes Loch ausdreht; dieses Ende dann — so tief als das Loch geht — mit der Säge mehrmals kreuzweise einschneidet (damit mehrere schmale und etwas federnde Teile entstehen); die Borsten in kleinen Bündelchen an den Wurzelenden gleichstösst und in sehr heisses geschmolzenes Pech taucht; eine genügende Anzahl solcher Bündelchen zusammenlegt; das Ganze noch einmal in Pech taucht, in die Höhlung des Stieles stramm einschiebt, und letztern, soweit er aufgeschnitten ist, mit fest angezogenem ausgeglühten Eisendrahte bewickelt.

Das Verfahren beim Zusammenleimen von Holzstücken ist zwar sehr einfach, muss aber mit Aufmerksamkeit ausgeführt werden, wenn die Verbindung sehr fest und wenig bemerkbar sein soll. Es gilt als Regel, dass die Leimfuge fein und kaum sichtbar sein muss, was ein genaues Zusammenpassen der Bestandteile und ein gehöriges Aneinanderpressen derselben während des Trocknens des Leimes voraussetzt (vergl. I, 448). Eine dicke Leimfuge sieht nicht nur schlecht aus, sondern hält auch weniger fest. Man streicht den Leim, der weder zu dick noch zu dünn sein darf, schnell, gehörig heiss, dünn und gleichmässig auf die Holzflächen, spannt letztere mit Schraubzwingen (I, 577), erforderlichen Falles mit eigenen Pressen fest zusammen und lässt sie so, bis der Leim getrocknet ist. Hat man dünne, schmale Holzblätter (Furniere) irgendwo aufzuleimen, so genügt oft schon das Anreiben mit der Finne eines Hammers, und man braucht dann keine Schraubzwinge. Poröse Hölzer, welche den Leim stark einsaugen, werden zweckmässig durch eine Leimtränke, d. h. durch Bestreichen mit sehr dünnem Leim (Leimwasser) vorbereitet und dann wie vorstehend behandelt. Auf Flächen, welche mit dem Zahnhobel (S. 656) etwas rauh gemacht sind, haftet der Leim besser, als auf sehr glatten, besonders wenn das Holz von dichtem Gefüge ist. Auf Hirnholz fasst er beim Aufstreichen ge-

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1862, S. 1212 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1846, **100**, 454 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1871, **199**, 94; 1887, **246**, 17 m. Abb.

wöhnlich nicht so gut, als auf Aderholz; man hilft hiergegen durch vorläufiges Reiben mit Knoblauch oder Befeuchten mit Branntwein. Fett, welches sich auf einer Leimfuge vor dem Aufstreichen des Leimes befindet, verhindert das feste Anhaften des letzteren, sodass es in dieser Beziehung schon nachteilig ist, die abgehobelten Fugen mit der Hand zu überfahren. Vorteilhaft ist es, die zu leimenden Teile vor dem Aufstreichen des Leimes an der Sonne, am Ofen in einer Wärmkammer oder durch Überfahren mit einem heissen Plätteisen zu erwärmen. Der Arbeitsraum darf jedenfalls nicht kalt sein.

Das Leimen giebt, wenn gut ausgeführt, eine ungemein feste und dauerhafte (jedoch nicht heftigen Schlägen widerstehende) Verbindung; nur auf den sehr dichten Hölzern (wie Buchsbaum, Ebenholz, Pockholz) hält der Leim weniger gut. Nach darüber angestellten Versuchen kann man als mittleres Ergebnis annehmen, dass bei gut zusammengeleimten ebenen Flächen für jedes Quadrat-Millimeter Flächenraum zum Auseinanderreissen folgende Kräfte erforderlich sind, vorausgesetzt, dass die zerreissende Kraft rechtwinklig gegen die Leimfläche und ohne Stoss wirkt:

a. Wenn Hirn an Hirn geleimt ist:

Rotbuchenholz	1,50 *kg*
Weissbuchen	1,01 „
Eichen	1,22 „
Tannen	1,05 „
Ahorn	1,00 „

b. Wenn Aderholz an Aderholz liegt (wobei es einerlei ist, ob die Fasern der beiden Stücke gleich laufen oder sich kreuzen):

Weissbuchen	0,79 *kg*
Rotbuchen	0,78 „
Ahorn	0,63 „
Eichen	0,55 „
Tannen	0,24 „

Diese Zahlen sind natürlich nur Annäherungen zur Wahrheit und unterliegen sehr bedeutenden Schwankungen nach der Beschaffenheit des Leimes, dem Zustande der Atmosphäre u. s. w. Zu bemerken ist, dass Stücke, bei welchen Aderholz an Aderholz geleimt ist, oft im Holze selbst zerreissen, bevor der Leim nachgiebt. Dies ist dagegen nie der Fall, wenn Hirn an Hirn liegt, die zerreissende Kraft also in der Richtung der Fasern wirkt.

Wenn geleimte Gegenstände der Nässe ausgesetzt sind, so ist ein Zusatz von Leinölfirnis, in den heissen, nicht zu dünnen Leim eingerührt, vorteilhaft. Hierauf beruht die Zusammensetzung des folgenden bewährten Holzkittes, der vorzüglich zum Dichtmachen der Fugen an Fässern und andern für Flüssigkeiten bestimmten Gefässen empfohlen zu werden verdient, da er der Einwirkung des Wassers vollkommen widersteht und sehr fest bindet. Man kocht 8 Teile Tischlerleim mit ungefähr 32 Teilen Wasser zu einem starken Leim, der sich, zwischen zwei Finger genommen, so dick wie Fett fühlen lässt; überhaupt von der Stärke, wie ihn der Tischler als starken Leim häufig gebraucht. Hat er diese Dickflüssigkeit erreicht und ist er vollkommen aufgelöst, so werden demselben $4^1/_2$ Teile Leinölfirnis (auf die bekannte Weise durch Kochen von altem reinen Leinöl mit dem sechzehnten Teile gepulverter Bleiglätte bereitet) beigemischt, und wird das Ganze noch 2 bis 3 Minuten lang unter beständigem Umrühren gekocht. Mit dem so dargestellten heissen Kitte werden die Fugen des zu verkittenden Gegenstandes (welcher aus recht trockenem Holze bestehen muss und vor dem Aufstreichen erwärmt wird) bestrichen und dann durch Schraubzwingen oder auf andere geeignete Weise bis zum Trocknen des Kittes stark zusammengepresst. Je älter der Firnis, desto besser wird der Kitt, daher man ersteren stets in Vorrat haben sollte. — Die Bindkraft und Zähigkeit des Leimes kann durch Zusatz erdartiger pulveriger Körper erhöht werden, z. B. indem man feingemahlene Kreide in den gekochten Leim einrührt (Kreideleim), welcher vorzüglichen Nutzen gewährt zur Befestigung von Metall auf Holz bei

eingelegter Arbeit u. s. w. Der im Handel erscheinende russische Leim gehört hierher; er verdankt seine undurchsichtige weisse Farbe einer Beimischung von Zinkoxyd oder schwefelsaurem Bleioxyd (auch Bleiweiss) nebst Kreide, zusammen 4 bis 8%. Auch gelber Leim, mit Chromgelb versetzt, kommt vor.

Der sogenannte flüssige Leim wird durch Zusatz von Salpetersäure zu einer gewöhnlichen Leimauflösung bereitet. Lässt man 100 Teile guten Leim in 100 bis 140 Teilen Wasser über gelindem Feuer zergehen und fügt dann unter Umrühren allmählich 12 bis 16 Teile Scheidewasser (Salpetersäure vom Einheits-Gewicht 1,32) hinzu, so erhält man eine Auflösung, welche stets flüssig bleibt, also kalt zum Leimen gebraucht werden kann, jedoch nicht so fest bindet, als gewöhnlicher Leim. Besser ist das Verhältnis von 100 Leim, 100 bis 110 Wasser, $5^1/_2$ bis 6 Scheidewasser; diese Mischung wird beim Erkalten fest, erlangt aber den zur Anwendung erforderlichen Grad von Flüssigkeit, wenn man das Glas, worin sie sich befindet, in heisses Wasser setzt. Ein fester bindender flüssiger Leim ist mittels Essigsäure (nicht Essig) darzustellen, indem man hiervon 100 Teile mit 38 Teilen gröblich gepulverten Leimes in einem verschlossenen Glase bei Sonnenschein oder an einer lauwarmen Stelle auflöst. Nach einer anderen sehr gerühmten Vorschrift soll man 12 Teile in Stücke zerbrochenen Tischlerleim mit 32 Teilen Wasser übergossen einige Stunden stehen lassen, dann 2 Teile Salzsäure nebst 3 Teilen Zinkvitriol zusetzen und das Ganze durch 10 bis 12 Stunden in einer Wärme von 80 bis 87° C. erhalten. 4 Teile Leim mit 4 Teile starkem Essig, 1 Teil Weingeist und ein klein wenig Alaun aufgelöst, giebt einen bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Klebstoff, welcher zu leichten, wenig Festigkeit erfordernden Arbeiten sehr gut dienen kann, z. B. zur Befestigung von Perlmutter, Horn u. dgl. auf oder in Holz.

Eine sehr feste, der Nässe vollkommen widerstehende Verbindung zwischen Holz und Holz kann mittels dicker weingeistiger Schellack-Auflösung erzielt werden, welche auf die zu vereinigenden Flächen statt Leim aufgestrichen wird, wonach man ein Stück Flor dazwischen legt und die Stücke bis zum Trocknen scharf aneinander presst. Die Verbindungsflächen in geschmolzenen Schellack zu tauchen und dann behende aneinander zu drücken, ist zwar ein schnelleres Verfahren, liefert aber eine weniger haltbare Vereinigung; wendet man dieses Mittel an, so ist es gut, ein wenig sehr fein zerzupfte Baumwolle in die Schellackbekleidung der einen Fugenfläche zu legen, bevor die Stücke vereinigt werden. (Vergl. S. 577). Man kann auch die Holzstücke mit einer Auflösung von Asphalt in Terpentinöl bestreichen, mit feingepulvertem Schellack bestreuen, nach dem Abschütteln des nicht angeklebten Pulvers aufeinander legen, kräftig zusammenpressen und in diesem Zustande stark (auf etwa 180° C.) erwärmen.

Schiffleim, Marineleim nennt man eine Zusammensetzung von Teeröl (Steinkohlenöl) und Schellack oder von Teeröl, Kautschuk und Schellack, welche als ein ungemein festbindendes Vereinigungsmittel für grobes Holzwerk beim Schiffbau u. s. w. gerühmt wird. Die beste Vorschrift zur Bereitung desselben soll folgende sein: Kleinzerschnittenes Kautschuk wird mit gereinigtem Steinkohlenteeröl vom Einh.-Gew. 0,8 befeuchtet, umgerührt und gelinde erwärmt. Wenn das Öl verschluckt ist und die Kautschukstücke sich aufgebläht haben, wird mit Zusatz von Teeröl satzweise fortgefahren, bis das Kautschuk aufgelöst ist (wozu auf 1 Teil Kautschuk 20 bis 25 Teile Öl erfordert werden); man drückt die Lösung durch Leinwand, erhitzt sie in einem Kessel und fügt Schellack so lange hinzu, bis eine herausgenommene Probe nach dem Erkalten die erfahrungsmässig richtige Dickflüssigkeit zeigt.

Ein Holzkitt um Löcher, Fugen oder Spalte u. s. w. an Holzgegenständen auszugiessen — wodurch das oft unvollkommene Ausbessern durch eingesetzte Holzteile umgangen wird — ist durch Zusammenschmelzen von 1 Teile Kolophonium mit 2 Teilen gelbem Wachs und Einrühren von 2 Teilen feingepulvertem gebrannten Ocker zu bereiten.

Ziemlich gebräuchlich ist der Käse- oder Quarkkitt. Abgerahmte Milch lässt man gerinnen, presst die Molke ab und mischt dem so gewonnenen frischen Käse oder Quark zu Pulver gelöschten Ätzkalk hinzu, sodass ein dünner Brei entsteht. Dieser Kitt muss sofort verwendet werden, weil er sehr rasch erhärtet.

Man kann auch älteren Käse (den man von der harten Kruste befreit und mit Wasser oder Milch zu Brei verreibt) verwenden.

Es seien, als ebenfalls sehr gebräuchlich, noch die Öl- oder Firniskitte angeführt. Sie werden durch Zusammenkneten pulverförmiger Stoffe (Schlemmkreide, Mennige, Bleiglätte, Bleiweiss, Zinkweiss, Braunstein, Graphit u. dgl.) gebildet und erhärten zum Teil durch Austrocknen des Öles oder Firnisses, mehr durch Verharzen derselben, welches meistens die beigemengten Pulver durch chemische Einwirkung zu fördern haben. Nach dem Erhärten bilden sie starre Körper, welche dem Wasser sehr gut widerstehen. Hierher gehört insbesondere der Glaserkitt, der seinen Namen von der allgemeinen Verwendung zum Einkitten der Glasscheiben in Fenster hat; er wird aus Schlemmkreide mit Leinöl oder Firnis durch sorgfältiges Zusammenkneten beider Stoffe erzeugt. Man verwendet so viel Öl oder Firnis, dass ein gut bildsamer Teig (der keine Neigung zum Zerbröckeln zeigt) entsteht. Bei Verwendung ungekochten Leinöls erhärtet der Kitt sehr langsam, mit Leinölfirnis bereitet aber ziemlich rasch. Ein Zusatz von Bleiglätte, Bleiweiss, Mennige oder Zinkweiss fördert das Hartwerden.

2. Nageln (I, 463).

Man bedient sich gewöhnlich der eisernen Nägel (S. 449) und der Drahtstifte (S. 458). Für erstere wird meist (um das Holz nicht zu zersprengen) ein nicht zu grosses Loch mit dem Nagelbohrer vorgebohrt, dessen Durchmesser höchstens zwei Drittel von der grössten Dicke des Nagels betragen soll; für letztere (sowie auch oft für kleine Nägel) wird mit der Ahle (S. 643) vorgestochen oder der Nagel ohne weiteres eingetrieben. Das Einschlagen mit dem Hammer muss so geschehen, dass die Richtung des Schlages möglichst genau in die Achse des Nagels oder Stiftes fällt, weil dieser sich sonst biegt oder schief geht. Der Hammer muss eine flache und nicht zu grosse Bahn haben; für Drahtstifte gebraucht man am besten einen eigenen Stiftenhammer mit kreisrunder Bahn von 9 bis 12 *mm* Durchmesser, der wohl magnetisch gemacht ist, um das Aufnehmen und Ansetzen der Stifte zu erleichtern. — In Fällen, wo zur Verbindung Drahtstifte angewendet werden, diese aber durch keinen der verbundenen Teile hindurchgehen können oder dürfen, gebraucht man die an beiden Enden zugespitzten Verbandstifte (S. 451).

Das Nassmachen der Nägel vor dem Einschlagen (gewöhnlich nur mittels Durchziehens durch den Mund bei kleinen Arten bewerkstelligt) kann in dreifacher Beziehung nützlich sein, nämlich durch Erleichterung des Gleitens beim Eintreiben, ferner durch das Anquellen der bei Seite gedrängten Holzteile (welche sich sonach dichter um den Nagel anschliessen), und endlich durch Beförderung des Festrostens, wiewohl bekanntlich ein starkes Rosten das Haften der Nägel vermindert.

Zum Ausziehen unrichtig eingeschlagener oder aus anderen Gründen loszumachender Nägel benutzt man bekanntlich die Beisszange oder Kneipzange. Ausserdem dient hierbei die klauenförmig gespaltene Finne des Hammers, oder — wenn man statt des letzteren ein Beil zum Einschlagen gebraucht — ein Einschnitt oder ein Loch an diesem; zum ersten Emporheben des Nagelkopfes von der Holzfläche, wohl auch das klauenartig gestaltete Ende des einen Schenkels der Zange selbst. Oft hat man aber auch eigene Nägelzieher (I, 568).[1])

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 9, S. 564 m. Abb. Polyt. Centralbl. 1862, S. 1327 m. Abb.

In gewissen Fällen bedient man sich hölzerner Nägel oder Bolzen, Döbel, Dippel, Dübel, Dübbel, welche rund oder vieleckig und etwas verjüngt zugeschnitten, in vorgebohrte Löcher fest eingetrieben und an beiden Enden in gleicher Ebene mit der Holzfläche abgestochen werden. Gewöhnlich bestreicht man sie vor dem Einschlagen mit Leim. Auch nicht verjüngte hölzerne Nägel kommen vor; diese werden am leichtesten und regelmässigsten mit dem (S. 643) beschriebenen Döbeleisen verfertigt.

Die Kraft, mit welcher eiserne Nägel im Holze festhalten und welche sie also dem Ausziehen entgegensetzen, hängt natürlich ab von der Beschaffenheit des Holzes, von der Richtung, in welcher sie eingeschlagen sind (ob nach dem Laufe der Fasern oder quer gegen dieselben), von ihrer Dicke und von der Länge des im Holze befindlichen Teiles. Das Vorbohren eines Loches vermindert die Haltkraft der Nägel nur dann, wenn jenes zu tief oder zu weit war; ein Loch, welches nur halb so tief ist, als der Nagel eindringt, und dessen Durchmesser die Hälfte von der Dicke des Nagels beträgt, äussert noch keinen merklichen Einfluss. Sitzen die Nägel lange Zeit im Holze, so haften sie durch den auf ihnen entstehenden Rost fester als anfangs, vorausgesetzt jedoch, dass noch nicht die Bildung einer sehr bedeutenden Rostschicht stattgefunden hat (welche umgekehrt das Losgehen des Nagels erleichtert), oder das Holz durch Alter morsch geworden ist. Versuche mit Nägeln, welche in verschiedene Holzarten eingetrieben und bald nachher durch angehängte Gewichte wieder ausgezogen wurden, lehrten folgendes (siehe S. 702).

Allgemeine Ergebnisse, welche sich aus diesen Versuchen ergeben, sind folgende: 1) Nägel halten in Tannen- und Lindenholz durchschnittlich gleich fest. Von der Hirnseite (nach der Richtung der Fasern) eingeschlagen, halten sie in Eichenholz 3mal, in Weissbuchenholz 2 bis $2^1/_2$mal, in Rotbuchenholz 2mal so fest, als in Tannenholz. Quer gegen die Fasern ist ihre Haltkraft in Eichen- und Weissbuchenholz etwa 2mal, in Rotbuchenholz ungefähr $1^1/_2$mal so gross, als in Tannenholz. — 2) In Querholz halten die Nägel überhaupt bedeutend besser, als in Längenholz; das Verhältnis in dieser Beziehung ist durchschnittlich bei Lindenholz wie 1 : 1,9; bei Tannen wie 1 : 1,8; bei Rotbuchen wie 1 : 1,6; bei Eichen und Weissbuchen wie 1 : 1,4. Man sieht, dass, je dichter das Holz, desto geringer der Unterschied zwischen den beiden Richtungen ist. — 3) Wegen der keilförmigen Gestalt der Nägel nimmt die Haltkraft eines und desselben Nagels in grösserem Verhältnisse zu, als die Tiefe, auf welche er in das Holz eingetrieben wird. Ein genauer mathematischer Ausdruck für diese Beziehung möchte sich auf eine den praktischen Umständen entsprechende Weise kaum aufstellen lassen, da so vieles von der Art und sonstigen Beschaffenheit des Holzes, von der Richtung des Nagels gegen die Fasern, von der Rauhigkeit und der mehr oder weniger schlanken Gestalt der Nägel abhängt. Die Versuche haben ergeben, dass durchschnittlich die Haltkraft den Zahlen

1 1,75 2,7 6,0 8,2 13,6

gleichgesetzt werden kann, wenn die Tiefen, zu welchen die Nägel im Holze stecken, durch

1 $1^1/_2$ 2 3 4 6

ausgedrückt sind. Teilt man die Zahlen der oberen Reihe durch jene der unteren, so erhält man die Reihe

1 1,17 1,35 2,0 2,1 2,2

welche sichtbar macht, dass das Verhältnis der Haltkraft zur Tiefe immerfort, wiewohl langsam, steigt. Die Ursache liegt offenbar in der nach oben zunehmenden Dicke der Nägel, indem jeder folgende gleich lange Teil die Holzfasern mehr zusammendrückt, folglich ihren Widerstand vermehrt, auch eine grössere Oberfläche der Berührung mit dem Holze darbietet. — 4) Bei gleich tief eingeschlagenen Nägeln ist deren Dicke auf die Haltkraft natürlich von entschiedenem

Bezeichnungen der Nägel			Namen der Holzarten	Länge des im Holze befindlichen Teiles, *mm*	Durchschnittl. zum Ausziehen nötige Kraft	
Namen	Länge, *mm*	Stück auf 1 *kg*			In der Richtung der Fasern, *kg*	Quer gegen die Fasern, *kg*
Leistnägel	122	34	Tannen . . .	12	18,5	26
			„ . . .	24	58	122
			„ . . .	49	166	276
			„ . . .	73	256	...
			Linden . . .	12	23,5	40,5
			„ . . .	24	61	105
			„ . . .	49	149	285
			Eichen . . .	12	70	112
			„ . . .	24	167	250
			Rotbuchen . .	12	43,5	72,5
			„ . .	24	120	197
			Weissbuchen .	12	41,5	60
			„ .	24	129	199
			„ .	37	252	...
Bodennägel . .	103	68	Tannen . . .	24	54	105
			„ . . .	49	160	276
			Linden . . .	24	55,6	104
			„ . . .	49	183	272
			Eichen . . .	24	153	210
			Rotbuchen . .	24	113	169
			Weissbuchen .	24	141	208
Halbe Lattennägel . .	73	180	Tannen . . .	24	41	76,5
			Linden . . .	24	37,5	80
			Eichen . . .	24	133	198
			Rotbuchen . .	24	77,5	113
			Weissbuchen .	24	106	133
Schlossnägel . .	40	534	Tannen . . .	24	40	68,5
			Linden . . .	24	46	80
			Weissbuchen .	24	86	124
Eiserne Drahtstifte	58 (2,9 *mm* dick)	326	Eichen . . .	24	66	97
			Rotbuchen . .	24	68	87,5
			Weissbuchen .	12	50	53,5
			„ .	24	88,5	98,5
			„ .	37	122	150
	37 (1,8 *mm* dick)	1310	Tannen . . .	24	24,5	30
			Linden . . .	24	28,5	33,5
			Eichen . . .	24	49,5	68,5
			Rotbuchen . .	24	44,5	73
			Weissbuchen .	24	60	74,5

Einflusse, weil davon die Grösse der Berührungsfläche mit dem Holze abhängt und, unter übrigens gleichen Umständen, von der Ausdehnung jener Fläche die Haltkraft bestimmt wird. Mit einer hier hinreichenden Genauigkeit kann man die Nägel als völlig pyramidenförmig annehmen, wiewohl sie es eigentlich nicht sind, da die Verjüngung nicht in allen Teilen der Länge gleich ist. Nun findet man, unter jener Voraussetzung, die Oberfläche des eingedrungenen Teiles des Nagels, wenn man dessen halben Umfang (Summe der Breite und Dicke), an der Oberfläche des Holzes gemessen, mit der im Holze befindlichen Länge multipliziert. Teilt man durch dieses Produkt (in Quadratmillimetern ausgedrückt) die Haltkraft des Nagels, so ergiebt sich die Haltkraft für einen Quadratmillimeter Nagelfläche, welche als die zwischen dem Holze und dem Nagel stattfindende Reibung anzusehen ist. Durch die in dieser Beziehung angestellten Untersuchungen ist gefunden worden, dass die Haltkraft für ein Quadratmillimeter Nagelfläche durch folgende Zahlen in Kilogrammen durchschnittlich ausgedrückt werden kann:

	Wenn die Nägel eingeschlagen sind	
	von der Hirnseite:	quer gegen die Fasern:
Bei Tannenholz	0,36	0,63
„ Lindenholz	0,36	0,67
„ Rotbuchenholz	0,68	1,07
„ Weissbuchenholz	0,83	1,17
„ Eichenholz	1,03	1,41

Die Drahtstifte halten in Lindenholz etwa ebenso fest, in Eichen und Rotbuchen 2mal, in Weissbuchen $2^1/_2$mal so fest, als in Tannenholz, was man indessen nur als eine ungefähre Bestimmung annehmen kann, da die Versuche hierüber weniger zahlreich waren, als jene mit geschmiedeten Nägeln. Zwischen Hirnholz und Querholz ist das Verhältnis der Haltkraft ungefähr bei Tannen, Linden und Weissbuchen wie 1 : 1,2, bei Rotbuchen und Eichen wie 1 : 1,4. Bei einem und demselben Stifte scheint die Haltkraft sehr nahe in dem einfachen und geraden Verhältnisse der im Holze befindlichen Länge zu stehen, was nach der unveränderlichen Dicke erwartet werden kann. Bei gleich tief eingeschlagenen Stiften von verschiedener Dicke sollte die Haltkraft in dem Verhältnisse des Umkreises, also des Durchmessers, stehen. Die Durchmesser der beiden versuchten Arten verhalten sich wie 1 : 1,6; für die Haltkraft folgt aber aus den Versuchen nur das Verhältnis von 1 : 1,2 bis 1 : 1,5; ohne Zweifel deshalb, weil bei dem Mangel der keilförmigen Gestalt jeder nachkommende Teil des in das Holz eindringenden Stiftes das Loch schon ganz gemacht findet, also sich nicht so fest einpresst, wie ein Nagel verjüngter Gestalt. Aus demselben Grunde ist die für ein Quadratmillimeter Berührungsfläche gefundene Haltkraft hier zwei- bis dreimal kleiner als bei Nägeln, und beträgt etwa in Hirnholz: bei Tannen 0,17 *kg*, Linden 0,20, Rotbuchen 0,30, Eichen 0,32, Weissbuchen 0,40; in Querholz: bei Tannen 0,21, Linden 0,23, Rotbuchen und Eichen 0,46, Weissbuchen 0,47. Es erhellt hieraus der grosse Vorzug der geschmiedeten Nägel vor den Drahtstiften, in bezug auf das Festhalten im Holze. — Alles Vorstehende betrifft die gewöhnlichen runden Drahtstifte; die vierkantigen und die vierkantigen gewundenen Stifte (von welchen namentlich die letzteren entschieden fester im Holze halten) sind keiner Untersuchung bis jetzt unterworfen worden.

Die zum Eintreiben eines Nagels nötige Kraft (in der Weise eines ruhig drückenden Gewichtes ohne Stoss oder Schlag angewendet) soll sich zu jener, welche den Nagel wieder ausreisst, etwa wie 6 zu 5 verhalten.

Auf manchen Gebieten ist der Nagel durch die w. u. erörterte Holzschraube verdrängt, weil diese die betreffenden Holzteile mehr schont, als der Nagel, jedenfalls aber ohne Schädigung des Werkstückes wieder ausgezogen werden kann.

W. o. (S. 700) wurde angegeben, dass die Nägel eingeschlagen würden. In der That dient regelmässig ein Hammer zum Eintreiben der Nägel. Um die auf die zu verbindenden Holzteile übergehenden Stosswirkungen des Hammers auszugleichen, müssen die Werkstücke entsprechend gestützt werden. Diese Stützung gewährt in manchen Fällen die Massenwirkung der Werkstücke (I, 555); in anderen Fällen legt man die Gegenstände auf feste Flächen oder bedient sich eines Gegenhalters (gewöhnlich ein zweiter, schwererer Hammer).

In nicht wenigen Fällen werden aber die Nägel eingedrückt. Man vermeidet hierbei nicht allein die lästigen, bezw. schädigenden Erschütterungen, welche durch die Hammerschläge hervorgerufen werden, sondern gewinnt auch eine völlige Sicherheit dafür, dass der Nagel stets in seiner Achsenrichtung gedrückt wird (also nicht leicht krumm wird oder verläuft) und spart erheblich an Zeit.

Die Vorrichtung zum Eindrücken steht meistens fest; es müssen also die zu nagelnden Gegenstände zu ihr gebracht werden. Auch ist selbstverständlich, dass die in Rede stehende Vorrichtung nach den Gestalten und Grössen der zu verbindenden Holzteile eingerichtet sein muss. Es folgt daraus eine Beschränkung der Anwendungsfähigkeit derselben: letztere ist nur vorhanden, wenn Gegenstände einer Art in grosser Anzahl zu bearbeiten sind.

Das ist z. B. der Fall bei der Verfertigung der Packkisten. Die Nägel stehen hier in geraden Reihen, weshalb man sämtliche Nägel einer Naht mittels eines Druckes eintreiben kann. Die Nägel werden in ein Gefäss gethan, aus welchem die Kisten-Nagelmaschine sie nach Bedarf herausnimmt, oder es wird ein Kind angestellt, welches die Nägel zwischen Schienen steckt, auf deren oberen Rändern sie mit ihren Köpfen reiten, während sie sich allmählich der Zuteilvorrichtung (I, 654) nähern. Von dieser gelangen sie mit der Spitze voran in Röhren bis an das Werkstück, welches in einer einfachen Klemme festgehalten wird und werden durch Stempel eingetrieben.[1]) So ist ein Arbeiter n. U. unter Beihilfe eines oder zweier Kinder imstande, stündlich die 8 Nähte von 100 Kisten und mehr zu nageln. Es ist sogar eine Maschine vorgeschlagen worden, welche gleichzeitig sämtliche Nähte der Kiste nagelt, daneben die erforderlichen Nägel selbst anfertigt.[2])

Man benutzt das Verfahren auch zum Vernageln solcher Fasswandungen, die aus übereinander gewickelten dünnen Brettchen (Furnieren) bestehen.[3])

3. Zusammenschrauben.

Über die Beschaffenheit der in Holz zu gebrauchenden eisernen (selten messingenen) Schrauben ist das Nötige S. 312 und 461 vorgekommen. Man schraubt sie ein oder aus mittels des Schraubenziehers (S. 587), der an seinem Hefte mit der Hand bewegt oder in eine Bohrwinde eingesteckt wird. Da sie in einem vorgebohrten glatten Loche die Gewindgänge selbst erst einzuschneiden haben und deshalb ihr erstes Einschrauben

[1]) D. p. J. 1884, **251**, 252 m. Abb.; 1885, **255**, 147 m. Abb., **258**, 548 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1888, **267**, 442 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1885, **257**, 133 m. Abb.

oft bedeutende Kraft erfordert, so versieht man zuweilen den Schraubenzieher mit einem langen für beide Hände bestimmten Quergriffe, ja sogar mit einer Art Zange, welche den Schraubenkopf in solcher Weise fasst, dass das Ausgleiten der in dem Kopfeinschnitt stehenden Kante unmöglich wird.[1]) Schrauben geben, ihrer Natur nach, eine viel festere Verbindung als Nägel, weil die letzteren nur vermöge der Reibung halten, wogegen beim Ausziehen einer Schraube (ohne Umdrehung derselben) die zwischen dem Gewinde sitzenden Holzteile weggerissen werden müssen.

Aus hierüber angestellten Versuchen hat sich folgendes ergeben, wobei zu bemerken ist, dass die Schrauben, mit Vorbohrung eines Loches von der gerade erforderlichen Grösse, auf die angegebene Tiefe eingeschraubt und durch angehängte Gewichte ausgerissen wurden.

Beschaffenheit der Schrauben			Benennung der Holzarten	Länge der Schraube im Holze, *mm*	Durchschnittliche zum Ausreissen nötige Kraft	
Dicke samt dem Gewinde, *mm*	Tiefe des Gewindes, *mm*	Zahl der Schraubengänge auf 10 *mm* Länge			Nach der Richtung der Fasern, *kg*	Quer gegen die Fasern, *kg*
5,6	1,22	5	Tannen . . .	12	93,5	139
			Linden . . .	12	132	185
			Weissbuchen .	12	199	. . .
			Rotbuchen . .	12	143	205
			Eichen . . .	12	170	194
4,1	0,97	$6^1/_4$	Tannen . . .	6	38,5	55,0
			„ . . .	12	67,0	111
			Weissbuchen .	6	71,5	118
			„ .	12	140	228
1,95	0,49	$11^1/_4$	Weissbuchen .	6	33,0	50,0

Man sieht hiernach, dass die Schrauben in Lindenholz 1,4mal, in Rotbuchen 1,5mal, in Eichen etwa 1,6mal, in Weissbuchen 2mal so fest halten, als in Tannenholz. Bei einem und demselben Holze ist ihre Haltkraft grösser, wenn sie quer gegen die Fasern, als wenn sie in deren Richtung eingeschraubt sind, und zwar im Verhältnisse von 1,14 : 1 bei Eichen, 1,4 : 1 bei Tannen, Linden und Rotbuchen, 1,6 : 1 bei Weissbuchen. Die Kraft, welche zum Ausreissen einer Schraube erfordert wird, hängt (bei gleicher Beschaffenheit des Holzes) von deren Dicke und von der im Holze befindlichen Länge ab. Die Tiefe und Anzahl der Schraubengänge hat keinen bemerkbaren Einfluss, wenn (wie bei allen guten Holzschrauben der Fall ist) die Gewinde dünn, weit auseinander liegend und verhältnismässig tief sind. Man kann daher die Haltkraft in *kg* einer solchen Schraube berechnen, wenn man ihren Durchmesser (einschliesslich des Gewindes) mit der im Holze steckenden Länge — beide in Millimetern ausgedrückt — und dieses Produkt noch mit einer Erfahrungsziffer multipliziert, welche beträgt für:

[1]) Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1838, S. 184; 1840, S. 112, 113; 1886, S. 249 m. Abb.

Tannen	Längenholz	1,41	Querholz	2,12
Linden	„	1,92	„	2,71
Weissbuchen . . .	„	2,84	„	4,92
Rotbuchen . . .	„	2,11	„	2,99
Eichen	„	2,50	„	2,85

Versuche mit einigen stärkeren Schraubenarten, von Kaven angestellt, ergaben folgendes:

Dicke samt dem Gewinde, *mm*	Länge des mit Gewinde versehenen eingeschraubten Teiles, *mm*	Zahl der Gewindgänge auf dieser Länge	Zum Ausreissen erforderliche Kraft, quer gegen die Fasern	
			Kiefernholz, *kg*	Eichenholz, *kg*
6,1	24,3	10	340	466
9,7	46,2	13	773	1163
7,5	58,4	17	831	1318
8,3	75,5	22	1037	1771
10,5	75,5	17	1276	—

Hiernach würde die Erfahrungsziffer (in obigem Sinne) für Kiefernholz = 1,83, für Eichenholz = 2,89 (fast genau übereinstimmend mit den vorstehenden von Karmarsch gefundenen Ergebnissen) anzunehmen sein.

Diejenigen Schraubenverbindungen für Holz, bei welchen man besondere Muttern anwendet, sind hier nicht zu erörtern.

4. Verkeilen.

Keile zum Zusammenhalten von Holzstücken werden auf verschiedene Weise angewendet. Sie dienen zum Teil als Vorsteckstifte oder Splinte und gehören dann nicht hierher.

Die an diesem Orte zu behandelnden Keile haben ausschliesslich die Aufgabe, den Druck der reibungerzeugenden Flächen sonstiger Holzverbindungen zu vergrössern und hierdurch die Festigkeit der Verbindung zu steigern.

In dieser Richtung findet der Keil Verwendung bei hölzernen Nägeln (I, 463). Das eine Ende der letzteren ist, behufs besseren Eintreibens, dünner als das andere (Kopf-) Ende (S. 701). Nachdem der Nagel eingetrieben ist, spaltet man das spitze Ende desselben und treibt einen vielleicht mit Leim bestrichenen Keil hinein. Kann das Loch, in welches der Nagel getrieben wird, nicht ganz hindurchgebohrt werden, so wird die Nagelspitze vorher gespalten, der Keil leicht eingeschoben und nun erst der Nagel eingetrieben. Der Kopf des Keils wird von der Sohle des Loches zurückgehalten und hierdurch der Keil in den Nagel getrieben. Dasselbe Verfahren wird bei Dübbeln (S. 701) angewendet. Auch bei Zapfen- und Zinkenverbindungen (s. w. u.) wird in gleichem Sinne von dem Keil Gebrauch gemacht.

5. Verbindung durch Reifen und Bänder.

Die eisernen, kupfernen und hölzernen Reifen an Fässern und anderen *Böttch*erarbeiten, sowie die Radreifen, gehören hierher. Böttcherarbeiten

erhalten behufs Aufziehens der Bänder regelmässig eine verjüngte Aussengestalt, sodass der Reifen sich fester auflegt, sobald er nach der dickeren Stelle hingetrieben wird. Dieses Antreiben der Bänder geschieht meistens mittels Hammerschläge unter Vermittlung eines Aufsetzklotzes. Bei der fabrikmässigen Anfertigung der Fässer und Eimer (s. w. u.) werden die Reifen durch Druck aufgeschoben.

Kann aus irgend welchen Gründen der Reif nicht als solcher von einem Ende aufgeschoben werden, so versieht man ihn mit einem Schloss, d. h. giebt ihm die geschlossene Reifengestalt erst am Orte seiner Bestimmung und richtet dieses Schloss so ein, dass man mittels desselben (durch Keil oder Schraube) den Reifen gehörig anzuspannen vermag. Zu gleichem Zweck wird ein und derselbe Reifen auch mit mehreren Schlössern ausgerüstet.

Die Reifen der hölzernen Wagenräder erwärmt man, legt sie an und lässt sie aufschrumpfen (I, 465).

Das Umlegen geschweisster eiserner Ringe wird oft als Mittel gebraucht, um das Aufreissen (Spalten) dicker Holzstücke (Wellbäume, Pfahlköpfe u. dgl.) zu verhindern, und gehört in diesem Falle nur uneigentlich hierher. Solche Ringe treibt man in erhitztem Zustande gewaltsam auf, damit sie durch ihre beim Erkalten stattfindende Zusammenziehung sich äusserst fest an den Umkreis des Holzes anschliessen.

6. Verbindung durch eigentümliche Gestaltung der zu vereinigenden Teile.

Es ist nicht die Aufgabe dieses Buches, die zweckmässigste Bauart der Holzgegenstände zu erörtern, vielmehr nur die Verfahren zu zeigen, wie die vorkommenden Gestalten erzeugt werden. Dementsprechend werden von den unter die vorliegende Überschrift gehörenden Verbindungen nur solche eine Besprechung finden, deren Herstellungsweise bemerkenswerte Seiten enthalten oder eigenartige Werkzeuge verlangen.

a. Verbindungen durch Nut und Feder. Unter Nut versteht man eine Furche rechteckigen Querschnitts, unter Feder eine vorspringende Leiste gleichen Querschnitts. Ist nun an einem der zu verbindenden Teile eine Nut, an dem anderen eine Feder gleicher Abmessungen ausgebildet und wird letztere in erstere geschoben, so entsteht eine zapfenartige Verbindung, welche durch Reibung der Nut-, bezw. Federflächen zusammenhält, ausserdem aber durch die Festigkeit der Feder gegen eine winkelrecht zur Federfläche versuchte gegensätzliche Verschiebung schützt. Man erzielt im wesentlichen die gleiche Wirkung, wenn man in beiden miteinander zu verbindenden Teilen solche Furchen ausbildet und in dieselben eine Holzleiste schiebt, welche die doppelte Nuttiefe zur Breite hat. Es führt alsdann diese Holzleiste den Namen Feder, insbesondere eingelegte Feder. Die Feder wird nur auf ihre Querfestigkeit in Anspruch genommen; da diese verhältnismässig gering ist, so stellt man die eingelegte Feder zuweilen so her, dass ihre Faserrichtung mit der Breitenrichtung zusammen winkelrecht zur Verbindungsfuge fällt (Hirnfeder) oder stellt die Feder aus dünnem Walzeisen (dem sogen. Bandeisen, S. 174) her. Die eiserne Feder gebraucht natürlich nur enge Nuten, weshalb die Holzteile durch sie weniger geschwächt werden, als bei Verwendung hölzerner Federn.

Zur Ausarbeitung der Nuten und festen Federn dienen die Spundhobel[1]),

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 7, S. 504, S. 505 m. Abb.

welche paarweise zusammengehören, nämlich ein Nuthobel und ein Federhobel, oder Spundhobel im engeren Sinne des Wortes. Beide unterscheiden sich voneinander wesentlich nur durch die Gestalt des Eisens und der Sohle. Bei dem Nuthobel ist das Eisen an der Schneide nur so breit, als die Nut ausfallen soll, und die Sohle noch etwas schmäler, aber (damit sie demungeachtet gehörige Festigkeit besitzt) aus einer in den hölzernen Kasten eingelassenen eisernen Schiene (Zunge) gebildet. An dem Spundhobel oder Federhobel hat das Eisen in der Mitte seiner Schneide einen tiefen Ausschnitt, wodurch es gabelartig in zwei gerade Schneiden geteilt erscheint, welche zu beiden Seiten das Holz wegarbeiten, zwischen sich aber eine den Spund bildende Hervorragung unversehrt stehen lassen; oder es werden zwei getrennte, in dem entsprechenden Abstande nebeneinander stehende Eisen angebracht. Beide Hobel sind an einer Seite mit einem Backen versehen, wodurch sie ohne Mühe in unveränderlicher gerader Richtung längs der Diele fortgeführt werden können.

Zum Nuten solcher Dielen, welche mittels eingelegter Federn verbunden werden, wendet man entweder den schon beschriebenen Nuthobel an, oder einen andern, der aus zwei Teilen besteht, indem der Backen oder Anschlag von dem Hobelkasten getrennt ist, und durch zwei Schrauben mit doppelten Muttern in grössere oder geringere Entfernung von demselben gestellt werden kann, sodass es möglich wird, der Nut einen beliebigen Abstand von dem Rande der Diele zu geben (Nuthobel mit Stellung).[1] Man hat immer zu einem solchen Hobel einen Satz von acht oder zwölf Stück verschieden breiter Nuteisen, von welchen man das der beabsichtigten Breite der Nut entsprechende auswählt und in den Kasten einsetzt. Die Tiefe der Nut wird entweder durch die Höhe der Zunge (s. oben) für allemal bestimmt oder man versieht den Hobelkasten mit einem beweglichen eisernen Anlauf oder einstellbarer Sohle, welche, je nach der ihnen gegebenen Stellung, das Eindringen des Eisens über eine gewisse Tiefe verhindern. Auf diese Weise können also Nuten von beliebiger Tiefe mit dem nämlichen Hobel hervorgebracht werden.

Fig. 146, 147 und 148 stellt einen fast ganz aus Eisen gefertigten Hobel dar, der sowohl als Nut-, als auch als Federhobel gut verwendbar ist. *a* bezeichnet den Hobelkörper oder Hobelkasten, *s* die Sohle, *b* den einstellbaren Backen, *e* das Eisen, welches unter Vermittlung der Zwischenlage *c* von der Druckschraube *d* festgehalten wird. Der Backen *b* ist an den im Hobelkörper *a* festen Stiften *g* verschiebbar, bezw. festklemmbar. Ein vor der Hobelschneide angebrachter Anlauf *f* regelt die Tiefe der Nut bezw. Breite der Feder. Die Querschnittsfigur 147 zeigt insbesondere den Hobel in seiner Verwendung als Nuthobel, Figur 148 aber als Federhobel, mit gegabeltem Eisen *e*; in beiden Figuren bezeichnet *w* das Werkstück. Damit das Eisen eine sichere seitliche Stützung erfährt, also sein Abstand von dem Backen unveränderlich bleibt, ist die schräge Fläche der Sohle *s*, auf welche das Hobeleisen sich legt, mit einem Schweinsrücken versehen, welcher in eine Kerbe des Eisens *e* greift.

Man wendet oft Maschinen an, um an Fussbodendielen u. dgl. Spunde und Nuten auszuarbeiten. Solche Vorrichtungen arbeiten teils selbständig[2], teils werden sie mit Hobelmaschinen verbunden, durch welche man gleichzeitig die Fläche der Bretter abhobeln lässt (S. 663). Die Bildung der Nut wie der Feder kann nach folgenden Weisen geschehen:

α. mittels Messerköpfe oder Fräser, welche sich minutlich 1500 bis 2500 mal drehen und deren Schneiden nach denjenigen der Nut-, bezw. Federhobeleisen gebildet sind. Man findet häufig die folgende Anordnung. Quer gegen die Längenrichtung einer gusseisernen Grundplatte ist eine Welle mit zwei Messerköpfen wagerecht und so gelagert, dass die Messer um die Nuttiefe (bezw. Breite der vorstehenden festen Feder) über die ebene Oberfläche der Grundfläche hinwegragen. In der Nähe dieser Messerköpfe, in der Mittelachse der Grundplatte, sind zwei senkrechte gefurchte Walzen gelagert, welche durch die Maschine

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 7, S. 506 m. Abb.
[2]) *D. p. J.* 1863, **170**, 31.

angetrieben werden und die zu bearbeitenden Bretter zu stützen und fortzuschieben haben. Ihnen gegenüber befinden sich Druckrollen, welche sich gegen die Bretter legen. Man schiebt nun die Bretter, z. B. auf der linken Seite der Maschine zwischen die erste gefurchte Walze und die betreffende Druckrolle.

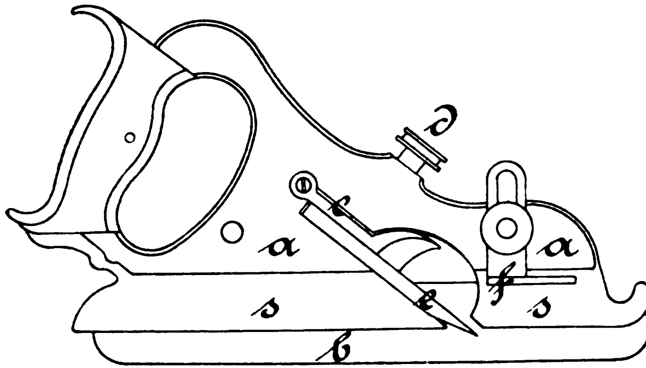


Fig. 146.

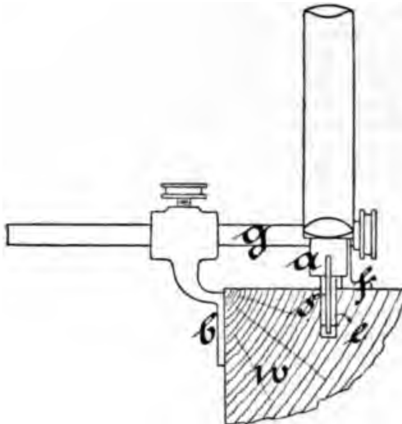


Fig. 147.

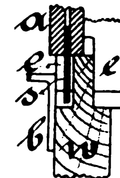


Fig. 148.

Sie führen das Brett über den einen Messerkopf, wobei der untenliegende Brettrand bearbeitet wird. Am entgegengesetzten Ende der Maschine angekommen, wird das Brett durch den dort aufgestellten Arbeiter um seine Längenachse gedreht, sodass der andere Rand nach unten zu liegen kommt, und über den anderen Messerkopf geführt. Es ist die Maschine verhältnismässig sehr einfach, dabei aber durchaus leistungsfähig.

β. mittels Kreissägen: Die zu bearbeitende Diele liegt auf einem Wagen oder Schlitten, mit welchem sie den Sägen entgegengeführt wird. An der einen Seite derselben stellen fünf gleichzeitig thätige kleine Kreissägen die Feder dar. Zwei dieser Sägen, *A*, *B*, auf gemeinschaftlicher senkrechter Achse angebracht, machen zwei gleichlaufende Schnitte zur Begrenzung der Federdicke; die dritte, *C*, und vierte, *D*, schneiden die Diele rechtwinklig zur breiten Fläche in einer gemeinschaftlichen lotrechten Ebene von oben und unten je auf ein Drittel der

Dicke ein; die fünfte, *E*, macht einen Schnitt gleichlaufend zu den eben erwähnten, um die äussere schmale Randfläche der Feder abzugleichen. Auf der anderen Seite der Diele, wo die Nut zu bilden ist, arbeiten: eine Säge wie *E* zur Abgleichung der Fugenfläche; zwei Sägen wie *A*, *B*, welche die Seitenwände der Nut einschneiden, und eine sich rasch umdrehende Scheibe mit mehreren Schneiden von der Gestalt der Nuthobeleisen, um das zwischen eben erwähnten Sägenschnitten stehende Holz herauszunehmen. Die Benutzung der Taumelsäge zum Ausbilden der Nuten wurde S. 648 bereits erwähnt.

Es gehören hierher auch manche Holzverbindungen, bei welchen die Flächen der verbundenen Teile einen angenähert rechten Winkel einschliessen, z. B. die Verbindung der Fassböden mit den Dauben. Fig. 149 und 150 zeigen zwei Arten dieser Verbindung, welche die einzuschlagenden Arbeitsverfahren überhaupt kennzeichnen. Es bezeichnet *d* einen Längenschnitt der Dauben, *b* den Boden, dessen Rand in eine Furche (der Falz, die Kröse oder Kimme) der Dauben greift und *r* die eisernen Reifen, welche die Dauben zusammenhalten. Die Furchengestalt, welche Fig. 149 darstellt, wird insbesondere Falz genannt. Zu ihrer Herstellung dient ein Hobel (Falzhobel), welcher der Plattbank (S. 660) nahe verwandt ist, sich aber durch folgendes von ihr unterscheidet: Der Backen hat sich an eine kegelförmige Fläche zu legen, muss also selbst nach einer solchen gestaltet sein, das Gleiche gilt von der Sohle, der Winkel, welchen Sohle und Backen einschliessen, ist ein spitzer.[1]) Die eigentliche Kimme, wie sie Fig. 150 erkennen lässt, wird mittels des Kimmhobels[2]) erzeugt, welcher sich vom gewöhnlichen Nuthobel durch das anders gestaltete Eisen (Raumeisen), dem zwei Vorschneideisen hinzugesellt sind, um recht glatte Nutränder zu erzeugen (S. 661) und durch den gewölbten Backen wie die gewölbte Sohle unterscheidet.



Fig. 149.

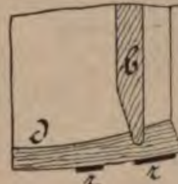


Fig. 150.

Die Kimme an kleinen Gefässen und selbst auch an manchen weniger sorgfältig gearbeiteten Fässern wird mit einem vom Kimmhobel verschiedenen Werkzeuge gebildet, nämlich mit der Kröse[3]), welche einem in grossem Massstabe ausgeführten einfachen Streichmasse (I, 663) ähnlich ist, aber statt der Reissspitze des letzteren ein sägeartig gezahntes, dickes Eisen (Kröseeisen, Kamm) enthält. Übrigens nennt man das Werkzeug, wenn es klein ist: Faustkröse, Bodenkämmchen; wenn es gross ist: Schwanzkröse.

Die Abschrägung des Bodenrandes erzielt man mittels des Bodenbramschnitts[4]) eines Hobels, welcher für kreisrunde Böden mittels festen Armes gelenkt wird, der sich um einen in die Mitte des Bodens geschlagenen Stift dreht, für ovale Böden aber mit einem Backen versehen ist, um ihn am Rande des Bodens entlang zu führen.

Bei der Fassverfertigung im grossen werden die erwähnten Arbeiten durch eigenartige Hobel- oder Fräsmaschinen ausgeführt (s. w. u.)

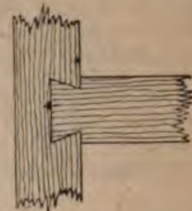
b. Grat-Verbindungen. Die bisher behandelten Verbindungen leisten in der Richtung der Nuttiefe nur vermöge der Reibung einigen Widerstand, es sei denn, dass die Reibung durch Leimung unterstützt werde. Man erwartet auch regelmässig von ihnen nur einen Widerstand, den die Seitenflächen der Nuten zu bieten vermögen.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 600 m. Abb.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 585 m. Abb.
[3]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 615 m. Abb.
[4]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 596, 619 m. Abb.

Soll die Verbindung auch in der Richtung der Nuttiefe stark sein und zwar unter Vermeidung des Leimens, so giebt man ihr, wie dem hineinragenden zweiten Teil, schwalbenschwanzförmigen Querschnitt, man verwendet Gratverbindungen, von denen Fig. 151 und 152 Beispiele darstellen. Es ist diese Verbindungsweise üblich bei der Einfügung der Treppenstufen zwischen die Wangen, der Fächer in Schränken und Schubkästen, bei der Anbringung der Leisten, welche das Werfen grösserer Holzflächen (Reissbretter, Tische u. dgl.) verhindern, aber dem Schwinden freien Raum lassen sollen u. s. w.


Fig. 151.


Fig. 152.

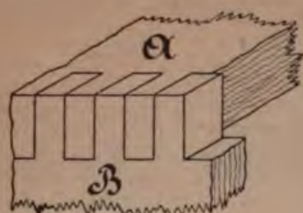
Die Gratnut liegt selten dem betreffenden Brettrande nahe, man kann sie daher mittels eines Hobels, der mit einem Führungsbacken versehen ist, nicht herstellen. Zu ihrer Ausbildung dienen vielmehr besondere Werkzeuge, nämlich die Gratsäge (S. 645) und der Grundhobel. Mit der Gratsäge werden zwei Linien für die Ränder derselben eingeschnitten, worauf man das zwischen diesen befindliche Holz mit Stemmeisen oder Stechbeiteln heraussticht und das Innere der Vertiefung mittels des Grundhobels ebnet, gründet. Letzterer enthält ein fast rechtwinklig gebogenes Eisen, von der Gestalt eines L, wo an dem Ende des liegenden Teiles die Schneide sich befindet.[1]) Die schrägen Flächen an dem Holzstücke, welches in die Vertiefung eingeschoben wird (den angestossenen Grat) bringt man mittels des Grathobels (I, 393) hervor. Die Sohle des Grathobels ist der Breite nach abgedacht, wie die Schräge der Fläche, welche damit gebildet werden soll, es erfordert; er hat einen Backen oder Anschlag, mittels dessen er richtig längs der Kante des Holzes hingeführt wird. Oft versieht man ihn auch mit einem Vorschneidmesser, welches die Linie einschneidet, bis zu welcher das Holz weggehobelt werden muss. Wenn kein solches Messer vorhanden ist, so wird mittels des Schnitzers aus freier Hand vorgeschnitten, damit kein Einreissen in das dem Grate benachbarte Holz durch die unvollkommene Wirkung des Hobeleisens stattfinden kann.

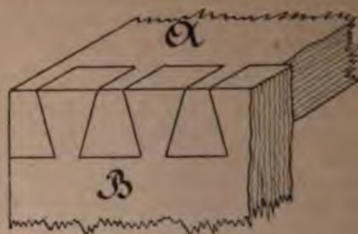
c. Zapfen und Schlitzverbindungen. Unter einem Zapfen versteht man einen durch Absetzen am Hirnende des Holzes erzeugten dünneren Vorsprung, der bestimmt ist, in das Zapfenloch eines zweiten Holzes zu greifen und durch Reibung seiner Aussenflächen an den Wandflächen des Loches, nach Umständen unterstützt durch Leimung oder quer hindurch getriebene Stifte oder Splinte, sich festzuhalten. Zur Vermehrung der Reibung dient das S. 706 erwähnte Eintreiben eines oder auch mehrerer Keile. Fehlt dem Zapfenloch die eine Schmalseite, so heisst es Schlitz. Es ist leicht zu übersehen, dass, wenn mehrere Zapfen nebeneinander liegen, diese genau dasselbe Ansehen haben können wie die zugehörigen Schlitze. Es fällt dann der Name Zapfen hinweg. Die Herstellung der Zapfen erfolgt mittels Handsägen, wobei — wenn mehrere Zapfen nebeneinander liegen — der zwischen zwei Zapfen belegene Holzteil längs der Sohle des zu erzeugenden Schlitzes mittels Lochbeitels abgetrennt wird. Im Grossbetriebe bedient man sich der Zapfenschneid- und Schlitzmaschinen (S. 648 und 668). Die Zapfenlöcher werden mittels des Stemm- und Stechzeuges (S. 637) oder der Stemmmaschinen (S. 640) erzeugt.

d. Zinken. Die mit Hilfe mehrerer oft eigenartig gestalteter Zapfen (Zinken) erzeugten Eckverbindungen der Bretter nennt man insbesondere Verzinkungen. Die einfachste derselben gleicht völlig der Schlitzverbindung, wie Fig. 153 erkennen lässt. Es bezeichnen hier A und B die beiden Bretter, welche mittels gerader Zinken verbunden sind. Zuweilen werden die sonst gewöhnlichen Zapfen etwas gegen die Fasernrichtung und Brettebene geneigt

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 7, S. 509 m. Abb.

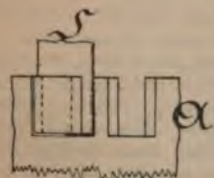
und heissen dann schräge Zinken.[1]) Die schwalbenschwanzförmigen Zinken, Fig. 154, gewähren, wie aus der Figur ohne weiteres zu ersehen ist,

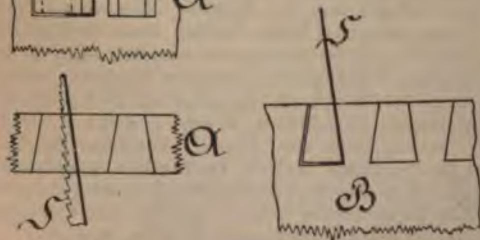

Fig. 153.


Fig. 154.

in der Richtung des Brettes *B* eine grössere Sicherheit gegen eine Lösung der Verbindung, als die früher angeführten.

Was die Herstellungsweise dieser Zinken anbelangt, so besteht die älteste, heute noch vielfach gebräuchliche darin, dass man die Seitenflächen der Zinken mittels einer Handsäge — nach vorgezeichneten Linien — bildet und sodann das zu beseitigende Holz mittels Lochbeitels (S. 638) herausschlägt. An Stelle dieses mühseligen Verfahrens sind in neuerer Zeit leistungsfähigere getreten. Dietlen's Zinkensäge[2]) ist nur für gerade, allenfalls für schräge Zinken brauchbar. Sie besteht aus einem Sägeblatt, welches die ganze Weite eines Schlitzes auf einmal zerspant und mit einer Führungsschiene versehen ist, welche sich in den vorher erzeugten Schlitz legt. Freitag's Zinkenmaschine[3]), welche auch nur für gerade Zinken verwendbar ist, ist eine mehrfache Schlitzmaschine. Juhvs' Winkelsägeblatt[4]) ist für gerade und schwalbenschwanzförmige Zinken brauchbar und hat in den Werkstätten bereits vielfach Anklang gefunden. Fig. 155 stellt einen Bruchteil dieses Sägeblattes *S* im Gebrauch dar. Es handelt sich um die Ausbildung schwalbenschwanzförmiger Zinken am Rande des Brettes *A*. Der vordere, hier nicht gezeichnete Teil des Sägeblattes gleicht dem gewöhnlichen einer Örter-Säge (S. 649); es dient dazu, von der Hirnseite des Brettes *A* aus eine Seitenfläche eines Zinken zu beschneiden. Ist der Schnitt tief genug, so kommt der hintere Teil des Sägeblattes zur Wirkung, welcher in Höhe der vorderen Sägespitzen rechtwinklig so umgebogen ist, dass hier ein keilförmig sich erbreitender verzahnter Rand auftritt, welcher beim Fortschieben das zu beseitigende Holzstück längs der Sohle des zu bildenden Schlitzes zum Teil ablöst. Verwendet man dasselbe Sägeblatt in umgekehrter Richtung an der gegenüberliegenden Zinkenwand, so erfolgt die Ablösung des Klötzchens längs des Restes der Sohle; es fällt heraus. Die zugehörigen Zinken des Brettes *B*, Fig. 156,




Fig. 155. Fig. 156.

[1]) D. p. J. 1854, **134**, 102 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1876, **222**, 307 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1881, **239**, 265 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1881, **239**, 263 m. Abb.

werden mit einem ähnlichen Sägeblatt geschnitten, welches sich von dem hier vorliegenden nur dadurch unterscheidet, dass die Biegung des Blattes eine spitzwinklige ist.

Der dieser geraden Winkelsäge zu Grunde liegende Gedanke ist übrigens zu gleichem Zwecke bereits früher an Kreissägen verwendet.[1]) Jedes der Kreissägeblätter *S*, Fig. 156, ist längs eines gewissen Teils seines Bogens in gewöhnlicher Weise verzahnt, nimmt aber hier stetig an Halbmesser zu, sodass es allmählich bis zum Fuss der Zinken in das festliegende Brett *B* eindringt. Von hier aus entwickelt sich die seitliche Abbiegung, welche überall gleichen Halbmesser hat. Nachdem sie vorüber ist, folgt eine Lücke des Sägeblattes, welche das Fortrücken des Werkstückes um eine Zinkenteilung gestattet. Es sind mehrere Sägen nebeneinander angebracht, welche nacheinander die Zinkenlücke vollenden.

Nicht zeitlich, aber der Sache nach schliesst sich hier die Gould'sche Zinkenmaschine[2]) an. Derselbe verwendet dicke, genau kreisrunde Sägeblätter, oder richtiger Frässcheiben, welche zuweilen in solcher Zahl auf eine Welle gereiht werden, dass gleichzeitig sämtliche Zinken eines Brettrandes Bearbeitung finden. Behufs Erzeugens der Zinken *A* (vergl. Fig. 154) haben die Frässcheiben *F*, Fig. 157 sämtlich gleichen Durchmesser. Vor denselben befindet sich ein um den Winkel α gegen die Wagerechte geneigter Tisch. Man legt

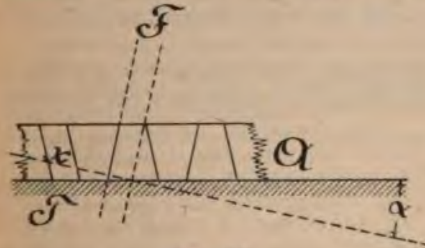


Fig. 157.

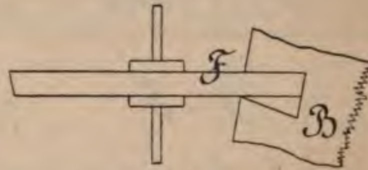


Fig. 158.

(oder befestigt) auf diesen das Brett *A*, sodass es genügend weit in die Bahn der Frässcheiben ragt, und bewegt es mit dem gut geführten Tisch *T* senkrecht an den Frässcheiben entlang, sodass Schlitze gebildet werden. Diese ergänzen sich zu trapezförmigen Lücken, wenn man eine zweite Bearbeitung vornimmt, bei welcher der Tisch *T* umgekehrt geneigt ist. Die Ränder der Bretter *B* (vergl. Fig. 154) verlangen kegelförmig gestaltete Frässcheiben *F*, Fig. 158; auch liegen die Umflächen der auf gemeinsamer Welle befestigten Frässcheiben *F* in derselben Kegelfläche. Der Tisch, auf welchen man *B* befestigt, hat eine wagerechte Lage, wie die Drehachse; er wird mit *B* senkrecht an den Frässcheiben entlang geführt, um den Brettrand *B* zunächst mit schrägen Schlitzen zu versehen. Dann wendet man *B*, legt es auf seine andere flache Seite und lässt die Fräser abermals einwirken, wobei die Zahnlücken vollendet werden.

Neben der soeben beschriebenen ist insbesondere die Zimmermann'sche Zinkenfräsmaschine[3]) beliebt geworden. Sie ist mit liegenden Fräsern oder Langlochbohrern ausgerüstet, welche minutlich 5000 mal sich drehen. Fig. 159 und 160 stellt einen dieser Fräser für die *A*-Bretter (Fig. 154) dar; er erzeugt, indem das Brett in schräger Linie vor ihm aufsteigt, einen schrägen Schlitz, welcher zur richtigen Zinkenlücke wird, sobald das Brett in entgegengesetzt schräger Richtung sich wieder senkt. Noch einfacher ist der Vorgang bei dem

---

[1]) D. p. J. 1868, **187**, 185 m. Abb., **188**, 174 m. Abb.; 1879, **231**, 205 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1878, **228**, 213 m. Abb.; 1881, **239**, 264 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1865, **175**, 3; 1868, **188**, 169 m. Abb.; 1869, **193**, 177 m. Abb.; 1873, **209**, 6.

Bearbeiten der B-Bretter (Fig. 154): hier füllt die Fräserbahn ohne weiteres die ganze Zinkenlücke aus; es genügt sonach ein Weg für die Erzeugung dieser Zinken. Es wird angegeben[1]), dass die Zimmermann'schen, mit 4 Fräsern versehenen Maschinen liefern:

18 Schlitze in 42 Sekunden
18 Zapfen „ 85 „
18 Paar in 127 Sekunden.

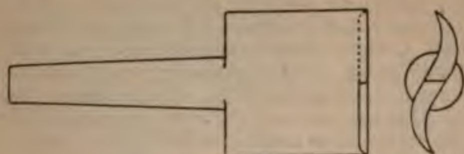

Fig. 159.


Fig. 160.

Eine noch grössere Leistungsfähigkeit verspricht die Fritz'sche, verhältnismässig einfache Maschine.[2]) In den Rand des A-Brettes senken sich walzenförmige Fräser F (Fig. 161, oben) nur bis zu einer gewissen Tiefe ein, während der Rand des B-Brettes mittels Fräser F bearbeitet wird (Fig. 161, unten), dessen Gestalt dem Querschnitt der auf ersterem Wege gewonnenen Zapfen A entspricht und vor denen das B-Brett senkrecht entlang geführt wird.

Das gute Aussehen der durch Zinken verbundenen Gegenstände leidet nun nicht wenig durch das abwechselnde Zutagetreten von Hirnholz

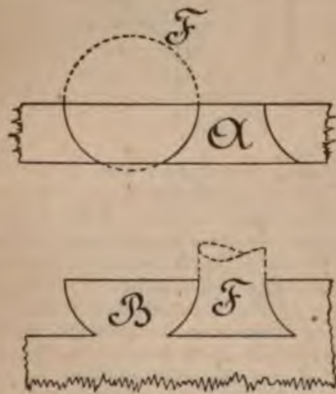


Fig. 161.

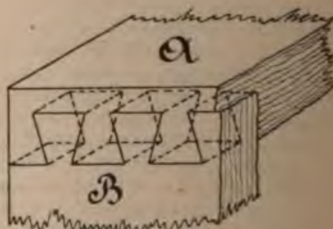


Fig. 162.

und Langholz, und zwar namentlich durch die Verschiedenartigkeit des Schwindens beider. Man verdeckt deshalb die Zinken und zwar durch eine kräftige Schicht desjenigen Holzes, in welchem sie ausgebildet werden, wie Fig. 162 erkennen lässt. Es sind die an B befindlichen Zinken um ein gewisses kürzer, als die Brettdicke A beträgt, und die zur Aufnahme ersterer in A ausgebildeten Räume nur dem Bedarf angemessen.

---

[1]) D. p. J. 1876, **222**, 305.
[2]) D. p. J. 1888, **267**, 435 m. Abb.

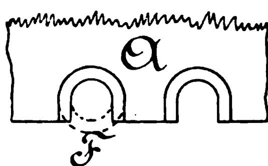
sodass eine mässig dicke Schicht von A über die Köpfe der an B befindlichen Zinken hinwegschiesst und diese verdeckt.

Die vorliegenden verdeckten Zinken haben die angestrebte Wirkung nur für die Oberfläche des Brettes A.

Behandelt man nun die Zinken an A ebenso, wie die an B, d. h. macht man ihre Länge und die Tiefe der Lücken, in welche sie fassen sollen, geringer, als die Dicke des Brettes B beträgt, so werden auch hier die Hirnenden verdeckt. Allein dazu ist noch nötig, dass die beiden Decken, welche man in ihrer Fasernrichtung überstehen lässt, abgeschrägt, auf Gehrung' gearbeitet sind, sodass sie genau zusammenstossen, ohne irgendwo Hirnholz sehen zu lassen (Zinken auf die Gehrung). Diese verdeckten Zinken bedürfen nun einer umständlichen Herstellungsweise; der grösste Teil der Vertiefungen in dem deckenden Brett kann nur mittels Handarbeit und des Stemm- und Stechzeuges (S. 637) hervorgebracht werden.

Indem man von der alten Zinkengestalt abweicht, ist es jedoch möglich, einfach verdeckte Zinken durch Maschinen hervorzubringen.

Von dem hierher Gehörigen sei zunächst die Zimmermann'sche Maschine[1]) angeführt. Die Wirksamkeit derselben wird sich mit Hilfe der Figuren 163 und 164 verständlich machen lassen. Die Brettränder A und B werden winkelrecht zusammenstossend eingespannt (nicht voneinander entfernt, wie die Figuren darstellen) und sodann den Fräsern F gegenüber so verschoben, dass zunächst der Rand B durchschnitten wird und sodann die Fräser in A eindringen. Ist hier die verlangte Tiefe erreicht, so bewegen sich die Bretter gegenüber den Fräsern zurück, machen aber, nachdem die gesamte Schlitztiefe zurückgelegt worden ist, einen halbkreisförmigen Weg, welcher zum folgenden Schlitz führt u. s. w. Ragen nun die Fräser um die Dicke des Brettes A in die Werkstücke (vgl. Fig. 164), so entsteht eine Verzinkung, welche sowohl an der Oberfläche von A, als auch an derjenigen von B Hirnholz sehen lässt; ragen aber die Fräser weniger tief in die Werkstücke, so bleibt bei A_1 eine Decke und die Zapfen B erhalten (wie punktiert gezeichnet) die entsprechend geringere Länge, sodass an der Oberfläche A_1 kein Hirnholz gesehen wird. Die Maschine soll — bei 5000 Fräserdrehungen in der Minute — minutlich 9 verdeckte Zinkenpaare erzeugen können. Die Maschine der Sächsischen Stickmaschinenfabrik Kappel[2]) unterscheidet sich von der vorigen nur durch eine reicher durchgebildete Bauweise.



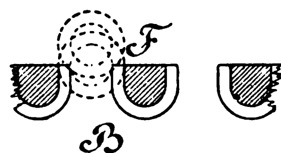
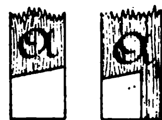


Fig. 163.



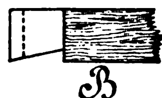


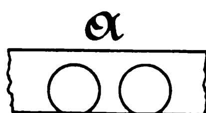
Fig. 164.

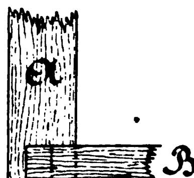
Fritz erzeugt verdeckte Zinken auf folgendem Wege[3]): In den Rand der A-Bretter (vergl. Fig. 154, bezw. 162) werden Löcher gebohrt, deren Wände zum

[1]) D. p. J. 1880, **235**, 337 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1887, **264**, 14 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1888, **267**, 435 m. Abb.

Teil ins Freie fallen, Fig. 165, an dem Rande der *B*-Bretter aber mittels besonderer Formfräser *f* dementsprechende Zapfen ausgebildet. (Vergl. die S. 714 beschriebenen Fritz'schen gewöhnlichen Zinken).

Schliesslich möge noch der Knapp'schen Zinkenfräsmaschine[1]) gedacht werden, welche seinerzeit grosses Aufsehen erregte, inzwischen aber, wie das Obige ergiebt, bereits überholt ist. Fig. 166 zeigt die durch sie ermöglichte





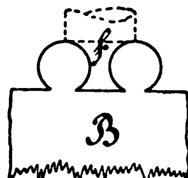


Fig. 165.

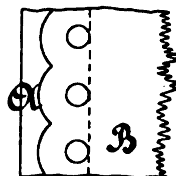


Fig. 166.

Verbindung in einer Ansicht und einem Schnitt. Die *A*-Bretter werden mit einem Holzbohrer bearbeitet, welcher Zapfen stehen lässt; in *B* werden entsprechende Löcher gebohrt, gleichzeitig aber wird der Rand durch drei sich ergänzende Stechbeitel bestossen.

[1]) D. p. J. 1874, **214**, 288 m. Abb.

V. Abschnitt.

Arbeiten zur Vollendung und Verschönerung der Holzwaren.

1. Das Abziehen (I, 391).

Feine Tischlerarbeiten haben, nachdem sie vom Hobel aus fertig sind, noch zweierlei Bearbeitung zu erleiden, wodurch man dem Holze eine grössere Glätte giebt, als der Hobel (besonders auf aderigen und verwachsenen Holzarten) hervorbringen kann: diese sind das Abziehen und das darauf folgende Schleifen.

Das Abziehen wird mit der Ziehklinge verrichtet und besteht in einem Abschaben, wodurch die kleinen Unebenheiten der Fläche in Gestalt höchst zarter staubartiger Späne weggenommen werden.

Die Ziehklinge ist ein federhartes Stahlblech, ungefähr 0,6 bis 1 *mm* dick und gewöhnlich 15 *cm* lang bei 5 *cm* Breite. Meist sind alle ihre Seiten geradlinig, oft aber auch die beiden schmalen bogenförmig, nämlich die eine gewölbt, die andere hohl, wodurch man in den Stand gesetzt wird, das Werkzeug auf hohlen und auch mit besserem Erfolge auf gerundeten Oberflächen zu gebrauchen. Die Kanten der Klinge werden auf dem Schleifsteine so geschliffen, dass ihre Ränder scharf rechtwinklig gegen die breiten Flächen stehen; dann streicht man sie mit einem glatten, glasharten Ziehklingenstahle, wodurch sie einen gegen die breite Fläche aufstehenden feinen Grat erhalten. Dieser letztere ist es eigentlich allein, welcher auf das Holz wirkt, und er muss daher oft durch wiederholtes Streichen erneuert werden. Der Ziehklingenstahl hat eine Länge von etwa 10 *cm*, ist im Querschnitte oval und läuft verjüngt in eine stumpfe Spitze aus; er wird in ein hölzernes Heft gefasst. Sehr gewöhnlich bedient man sich statt desselben einer abgenutzten Feile, von welcher man den Hieb abgeschliffen hat. Die Ziehklinge wird frei in der Hand (wenn man sie an der langen Kante auf grossen Flächen gebraucht, mit beiden Händen) geführt, indem man sie geneigt aufsetzt und mit gehörigem Drucke gegen sich zieht. Die Richtung der Bewegung geht nach jener Seite, auf welcher die Fläche der Klinge mit der Holzfläche den spitzen Winkel bildet, und zugleich nach dem Laufe der Holzfasern; jedoch muss die Kante des Werkzeuges nicht rechtwinklig, sondern etwas schräg die Fasern durchkreuzen. Diese Stellung ist besonders wichtig dort, wo Leimfugen sich befinden, damit diese nicht von der ganzen Klinge im nämlichen Augenblicke berührt werden, weil ohne diese Vorsicht die Fugen sich aufschinden und die zusammengeleimten Ränder rauh werden. Gegen Ende der Arbeit vermindert man den Druck der Ziehklinge, um eine desto feinere Glättung zu bewirken. Bei sehr verwachsenem Holze (dessen Fasern unregelmässig durch einander laufen) ist es nötig, das Abziehen zu verschiedenen Malen in entgegengesetzten Richtungen vorzunehmen. Da die

aufgeworfenen Grate in der Hand des Arbeiters ein schmerzhaftes Gefühl, ja Entzündung der Haut herbeiführen, so bedient man sich neuerdings eines hölzernen Griffes zum Anfassen der Ziehklingen.

Für die Gleichartigkeit der Arbeit ist die Innehaltung eines bestimmten Neigungswinkels der Ziehklinge gegenüber der zu bearbeitenden Holzfläche von Wert. Zu dem Zwecke wird wohl die Ziehklinge in einer Art Hobelkasten befestigt, aus dessen Sohle sie nur wenig hervorragt. Die Einspannvorrichtung ist derartig eingerichtet, dass die Neigung der Ziehklinge innerhalb gewisser Grenzen beliebig gewählt werden kann.

Man befestigt auch mehrere Ziehklingen hinter einander in einem eisernen Tische, sodass die wirksamen Grate nur wenig hervorragen, und schiebt das zu bearbeitende Holz über sie hinweg. Eine solche Abziehmaschine[1]) hat demnach Ähnlichkeit mit einer Hobelmaschine, deren Messer festliegt (S. 669). — Bei der Bearbeitung des Holzes auf der Drehbank ist der Gebrauch eines Glasscherbens dem Abziehen mit der Ziehklinge nahe zu vergleichen. — Der Ziehklinge bedient man sich auch, um alte Politur, alten Farbeanstrich, Schmutz u.s.w. von Holzgegenständen abzuschaben.

2. Das Schleifen (I, 397).

Um die abgezogenen Holzflächen noch weiter zu verfeinern, oder auch um sie ohne vorheriges Abziehen zu glätten, bedient man sich verschiedener Schleifmittel, welche trocken, oder unter Benutzung einer netzenden Flüssigkeit angewendet werden. Das Trockenschleifen wendet man an, wenn die betreffenden Flächen nur einen mässigen Grad von Glätte haben sollen; zu polierende Flächen werden regelmässig nass geschliffen.

Nachdem die Fischhaut, d. h. die Haut mehrerer Haifischarten, sowie der Schachtelhalm (Equisetum palustre und E. byemale waren besonders beliebt) ihrer Ungleichartigkeit und unbequemen Verwendung halber durch Glas- und Sandpapier, bezw. -Leinen (S. 390) fast völlig verdrängt worden sind, werden zum Trockenschleifen die zuletzt genannten Schleifmittel fast allein verwendet.

Das Glaspapier hat vor dem Sandpapier den Vorzug grösserer Schärfe; in einigen Fällen bedient man sich des Glas- oder Sandleinens, welches weniger leicht zerreisst, als das Papier.

Man führt das Schleifpapier häufig mittels der freien Hand über die zu glättende Holzfläche und zwar wesentlich winkelrecht zur Fasernrichtung. Der Holzdrechsler drückt das Schleifpapier einfach auf das kreisende Werkstück. Zuweilen wird nur eine Art des Papieres angewendet, oft aber nacheinander Papier mit stufenweise feineren Körnern; eine grössere Glätte ist rasch nur auf diesem Wege zu erzielen.

Die Führung des Papieres gelingt besser, wenn man dasselbe auf ein Holz von geeigneter Gestalt legt oder leimt. Für ebene Flächen ist das betr. Holz eben, für geschweifte Flächen so ausgeschweift, dass es sich den zu schleifenden Flächen möglichst genau anfügt. Zwischen Papier und dem Holz, mit Hilfe dessen man dieses gegen das Werkstück führen will, legt man eine weiche Schicht (aus Filz, Segeltuch oder dickem Papier bestehend), um das Anschmiegen des Schleifpapieres an das Werkstück zu fördern.

In manchen Fällen empfiehlt sich die Anwendung der Schleifmaschinen. Für ebene Flächen sind z. B. Schleifmaschinen mit ebenen Schleifscheiben beliebt. Die Welle der Schleifscheibe ist senkrecht in einem mit Gelenk versehenen Arm so gelagert, dass sie in wagerechter Richtung willkürlich verschoben werden kann, ohne ihre senkrechte Lage und die Höhenlage der Schleifscheibe

[1]) Zeitschr. d. Ver. d. Ingen. 1885, S. 776 m. Abb.

zu ändern.[1]) Die Schleifscheibe kann daher zur Bearbeitung einer wagerechten ebenen Fläche sehr bequem verwendet werden. Man hat über die Schleifscheibe auch eine Glocke gestülpt, deren unterer Rand der zu bearbeitenden Fläche nahe liegt, und die Luft aus dieser Glocke gesaugt, sodass der lästige Schleifstaub (Holzstaub und abgelöste Glas-, bezw. Quarzkörner) wirksam abgeführt wird.

Auch sind mit Schleifpapier überzogene Walzen manchen Zwecken angemessen. Lästig ist immer, dass man von Zeit zu Zeit das Schleifpapier erneuern muss, ja, dass dieses anfangs wirksamer ist als später. Demzufolge hat man Schleifmaschinen gebaut, bei welchen das Schleifpapier, welches bandförmig angeordnet ist — ausser der Arbeitsbewegung — eine selbstthätige Bewegung erhält, vermöge welcher dasselbe in dem Masse fortgeschoben wird, als es abgenutzt wird, und die neuen schärferen Flächen zuerst, die bereits abgenutzten hiernach mit dem Werkstück in Berührung treten, um hierdurch die sonst übliche Abstufung der Korngrössen (S. 718) zu ersetzen.[2])

Zum Trockenschleifen dient auch der Bimsstein. Der natürliche Bimsstein wird mittels einer Holzsäge quer durchschnitten; dann reibt man die entstandenen Schnittflächen aneinander, um sie zu ebnen, und führt letztere mittels der Hand über die zu glättenden Holzflächen. Da der natürliche Bimsstein oft härtere Beimengungen enthält, so ist bei seiner Anwendung alle Vorsicht zu üben, um zu verhüten, dass durch die erwähnten eingesprengten Stoffe gröbere Furchen auf der zu bearbeitenden Fläche entstehen. Man wendet deshalb nicht selten künstlichen Bimsstein an, d. h. ein Erzeugnis aus gemahlenem, sorgfältig geschlemmten Bimsstein und einem geeigneten Bindemittel. Solche künstliche Bimssteine finden auch in Schleifmaschinen Verwendung.[3])

Zum Nassschleifen wird fast ausschliesslich der — natürliche oder künstliche — Bimsstein verwendet. Dabei wird das Holz mit Leinöl benetzt oder mit Talg (von manchen Tischlern mit Schweinschmalz) bestrichen. Leinöl wird in der Regel angewendet; Talg fast nur dann, wenn man das vom Öl beförderte Nachdunkeln des Holzes (S. 561) möglichst verhindern will, z. B. bei Mahagoni. Manche gebrauchen eine Mischung von Leinölfirnis und mehr oder weniger Terpentinöl. Neuerdings wird zum Schleifen (und auch dem folgenden Polieren mit Schellack) flüssiges Paraffin angewendet. Dasselbe lässt sich nach stattgehabtem Schleifen gut abwischen und das Polieren geht auf den mit Paraffin geschliffenen Flächen gut von statten. Mit Wasser schleift man ebenfalls, aber bloss bei sehr weissen Holzarten, deren helle Farbe man ganz unverändert zu erhalten wünscht.

Das Schleifen mit Wasser ist ein Notmittel, zu dessen Anwendung man nur aus dem angegebenen Grunde und daher in wenigen Fällen schreitet, denn die dabei stattfindende Durchnässung des Holzes führt oft Gefahr des Werfens herbei und die geschliffene Fläche verliert ausserdem beim nachherigen Trocknen mehr oder weniger ihre grösste Glätte, weil (namentlich wenn das Holz nicht von sehr feinem, dichten, gleichartigen Gefüge ist) verschiedene Teile derselben in verschiedenem Masse sich zurückziehen. — Leinölfirnis ist (obwohl er die Farbe des Holzes mehr verdunkelt) im allgemeinen viel zweckmässiger zum Schleifen, als gewöhnliches Leinöl, da er — wenn die geschliffene Arbeit ein paar Tage hingestellt wird — eintrocknet, wogegen das Öl flüssig bleibt, dann durch die später aufgetragene Politur herausdringt und die bekannten matten Flecken verursacht. Zwar ist diesem Nachteile dadurch zu begegnen, dass man die geschliffenen Gegenstände erwärmt, wobei Öl herausschwitzt, welches man sorgfältig abwischt; allein die Erwärmung kann nicht auf alle Arbeitsstücke ohne Nachteil angewendet werden. Den zum Schleifen dienlichen Firnis bereitet man auf eine von folgenden Arten: a) durch 1- bis 2stündiges Kochen von 16 Teilen recht alten Leinöles mit 1 Tl. feinzerriebener Bleiglätte, Klären

---

[1]) Gibron & Co., D. p. J. 1878, **229**, 321 m. Abb.; Smith, D. p. J. 1878, **229**, 321 m. Abb.; Fay, D. p. J. 1879, **232**, 308 m. Schaub.

[2]) Zeit. d. Ver. d. Ingen. 1886, S. 378, m. Abb.; D. p. J. 1886, **260**, 457 m. Abb.; 1887, **266**, 107 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1884, **251**, 92; 1885, **256**, 21 m. Abb.

durch ruhiges Stehen während einiger Tage, Abgiessen, Vermischen mit der halben Raummenge Terpentinöl; b) Versetzen von 500 *g* Leinöl mit einigen Esslöffeln voll Trockenöl (Siccativ) — dessen weiter unten bei Gelegenheit der Ölfarbenanstriche gedacht wird — und Zumischen von so viel Terpentinöl, dass die nötige Dünnflüssigkeit erlangt wird. Das Siccativ erzeugt eine dunkle Färbung des Firnisses und folglich des geschliffenen Holzes. — Will man beim Schleifen dem Holze eine rötliche Farbe erteilen, so färbt man das zur Verdünnung des Leinölfirnisses angewendete Terpentinöl vorläufig durch Alkannawurzel. Harte weisse Hölzer erhalten eine Mahagonifarbe, wenn man bei lange fortgesetztem Schleifen mit Bimsstein Leinölfirnis gebraucht, worin Englischrot und Drachenblut verrieben sind. — Der Bimsstein, zum Schleifen mit Firnis gebraucht, überzieht sich nach und nach mit einer erhärtenden Kruste eingetrockneten Firnisses, und greift dann das Holz nicht mehr an; um dem soviel möglich vorzubeugen, ist zu raten, dass man nach jedesmaligem Gebrauche den Bimsstein sorgfältig reinige und in einer dicht verschlossenen blechernen Büchse vor Luft geschützt aufbewahre.

Das Schleifen mit zerstossenem (und fein durchgesiebten, allenfalls auch geschlämmten) Bimsstein wird auf die Weise verrichtet, dass man dieses Pulver auf einen leinenen Lappen streut, einige Tropfen Leinöl oder Baumöl hinzugiebt, und damit das Holz in allen Richtungen überreibt. Man pflegt in diesem Falle das Schleifen mit Sand- oder Glaspapier (S. 718) anzufangen und mit Bimsstein nur zu vollenden. Namentlich ist dieses Verfahren bei den französischen Tischlern üblich, welche auch wohl statt reinen Öles eine durch Erhitzen bereitete Zusammensetzung aus gleichen Gewichtsmengen Leinöl und venetianischem Terpentin anwenden und diese Mischung beim Schleifen von Mahagonioder Kirschbaumholz durch etwas Alkannawurzel rot färben. Gesims- oder Leistenwerk schleift man mit Bimssteinpulver, indem man letzteres auf ein mit Öl benetztes Stück Pappelholz streut, welches ebenso (nur entgegengesetzt) ausgekehlt ist, wie die Arbeit selbst.

In jedem Falle muss, wenn das Schleifen mit Öl oder überhaupt mit Fett verrichtet worden ist, dieses nebst dem Schleifschmutze sogleich nach dem Schleifen sorgfältig soweit möglich wieder weggeschafft werden. Zu diesem Behufe reibt man die Arbeit zuerst mit feinen Sägespänen und dann mit Kreidepulver, Tripel oder Ziegelmehl (welches durch Aneinanderreiben zweier Ziegel erhalten wird). Letztere drei Stoffe werden in ein Leinwandsäckchen eingefüllt, welches man an der Holzarbeit ausklopft, damit nur die feinsten Teilchen durchgehen; dann reibt man das Pulver mit einem Stückchen Filz, einem wollenen Lappen oder weichem Löschpapier auseinander (Abtripeln). Zuletzt wird das Holz mit feiner Leinwand gereinigt. Je fleissiger man bei dem Entfetten verfährt, desto besser ist dies hinsichtlich des nachher folgenden Polierens.

Schliesslich ist anzuführen, dass die Drechsler eine Art Schleifung ihrer Arbeiten oft dadurch bewirken, dass sie Drehspäne des Holzes in der hohlen Hand zusammenfassen und an den in der Drehbank schnell umlaufenden Gegenstand andrücken. Es wird dadurch leicht und schnell eine ziemliche Glätte des Holzes erreicht.

3. Das Beizen oder Färben.

Das Beizen (Färben) der Holzarbeiten wird in dreierlei Absicht unternommen, nämlich a) um dem Holze irgend eine willkürliche, wenn auch in der Natur an Hölzern nicht vorkommende Farbe als Verzierung zu erteilen; b) um mit wohlfeilen inländischen Holzarten gewisse teure, aussereuropäische nachzuahmen; c) um schlichtem Holze durch teilweises Beizen (gleichsam Bemalen) das Ansehen zu geben, als ob es schön geflammt, geadert u. s. w. sei. In allen diesen Fällen besteht das Wesentlichste und einer Erklärung Bedürftige in der Bereitung der Beize oder färbenden Flüssigkeit, die man entweder kalt oder warm (mit Pinsel oder Schwamm) mehrmals aufstreicht, wohl auch mit dem hineingelegten Holze —

falls dieses klein ist — kocht. Die zu beizenden Stücke werden vorher nur mit der Ziehklinge abgezogen, nach dem Beizen aber erst mit Bimsstein abgeschliffen (wobei mehr oder weniger die Farbe wieder abgeht), und endlich abermals gebeizt. Manche verrichten das Schleifen, um das Abgehen der Farbe zu verhindern, mit der warmen Beizflüssigkeit selbst (statt mit Öl); allein dieses Verfahren scheint keine Empfehlung zu verdienen, da Wasser oder wässerige Flüssigkeit beim Schleifen überhaupt keine so hohe Glätte erzeugt, als Fett (vergl. S. 719). Die Ursache, warum das Beizen dem Schleifen hauptsächlich vorausgehen muss, liegt darin, dass infolge der starken, beim Beizen eintretenden Durchnässung viele weiche Teile des Holzes, welche von der Ziehklinge niedergedrückt worden sind, wieder aufquellen und folglich die Oberfläche uneben machen. In manchen Fällen, z. B. bei Maserholz, ist es vorteilhaft, eine ungleichförmige, flammige Färbung zu erzeugen. Man schabt hierzu das Holz mit einer nicht sehr scharfen Ziehklinge, färbt es sehr stark und tief, und zieht es erst nachher vollends ab. Indem die aufgekratzten Fasern mehr Farbstoff einsaugen, als die dichten und glatten Teile, erscheinen jene zuletzt dunkler gefärbt, und der Maser tritt schöner hervor.

Dünne Blätter (Furniere) etwa ausgenommen, ist die durch das Beizen erlangte Färbung eine nur oberflächliche, wenigstens nicht tief eindringende.

Gewiss würde für die Kunst der Holzfärberei noch manches brauchbare neue Ergebnis zu gewinnen sein, wenn man die Grundsätze der Zeugfärberei in ganzer Ausdehnung auf jene anwenden wollte, denn in ihrer chemischen Natur und in ihrem Verhalten gegen Farbstoffe stimmt die Holzfaser im wesentlichen mit der Leinen- und Baumwoll-Faser überein.

Nicht alle Holzarten lassen sich gleich gut, schön und dauerhaft färben, und auch nicht alle nehmen eine und dieselbe Beize gleich gut an. Die Gründe hiervon liegen in dem verschiedenen Alter des Holzes, in dessen geringerer oder grösserer Dichte, in der mehr oder weniger bedeutenden Ungleichförmigkeit des Gefüges (hinsichtlich der Jahrringe und Spiegel), in der natürlichen Farbe der Hölzer, endlich in den mannigfaltigen Saftstoffen (S. 565), welche sie enthalten, und welche teils mehr oder minder der Einwirkung der Beizen widerstehen, teils wenigstens deren Erfolg beeinflussen. Man darf daher nicht erwarten, verschiedene Hölzer bei einerlei Behandlung in völlig gleicher Abtönung, gleich schön und dauerhaft gefärbt zu erhalten; überhaupt ist es nicht möglich, für alle Fälle gültige Vorschriften zu geben; vielmehr muss der Holzarbeiter nach den Umständen zu beurteilen verstehen, ob und wiefern es nötig sei, die Stärke der Farbeflüssigkeiten zu verändern, andere Farbestoffe hinzuzufügen, sie mehr oder weniger oft aufzutragen, verschiedene Beizen nacheinander anzuwenden u. s. w., um eine gewünschte Farbenabstufung genau zu erlangen. Die Auswahl des Holzes erfordert nicht weniger Rücksichten, indem das Gefüge desselben, nebst den anderen schon genannten Eigenschaften, von grossem Einflusse ist. Um ein teures ausländisches Holz soviel möglich täuschend nachzuahmen, ist es nicht genug, die Farbe desselben hervorzubringen, sondern der Zweck wird nur er-

reicht werden, wenn man zugleich eine Holzart gebraucht, deren Gefüge nahe mit jenem der nachzuahmenden Art übereinstimmt, wobei namentlich das Ansehen der Jahrringe und Spiegel zu beachten ist. Eine ganz gleichmässige Farbe nehmen in der Regel nur solche Hölzer an, welche ein feines, sehr gleichförmiges Gefüge und besonders keine grossen, stark glänzenden Spiegel (wie z. B. das Rotbuchenholz sie hat) besitzen. In dieser Hinsicht sind vorzüglich Birnbaum, Linde, Birke, Ahorn, Weissbuche, Ulme, Rosskastanie u. s. w. tauglich. Dass man zu hellen Farben nur weisse Holzarten anwenden kann, versteht sich von selbst. Wo es möglich ist, soll man das Holz 1 bis 2 Tage lang in einem geheizten Raume liegen oder stehen lassen, bevor man zum Färben desselben schreitet, weil eine trockene Oberfläche die färbenden Flüssigkeiten besser einsaugt, als eine feuchte. Durch kaltes Beizen (wobei die Flüssigkeit im nicht erwärmten Zustande aufgetragen wird) entstehen gemeiniglich sanftere, lichtere und vergänglichere, durch heisses Beizen oder gar durch Kochen aber gesättigtere und haltbarere Farben.

1) Mahagoni-Farbe (Mahagoni-Beize). — Zur Nachahmung des Mahagoniholzes taugt unter den inländischen Hölzern am besten das des Nussbaumes und der Ulme, mit welchen die Täuschung auf den höchsten Grad gebracht werden kann. a. Man kocht Säge- oder Hobelspäne von Mahagoniholz mit reinem Regen- oder Flusswasser eine halbe Stunde lang, giesst hierauf die Flüssigkeit durch ein Tuch, reinigt den Kessel, setzt die Flüssigkeit abermals auf das Feuer, kocht sie etwa bis zum zehnten Teile ein und beizt damit das Ulmenholz. Die dadurch erlangte Farbe bleicht nicht ab, sondern wird mit der Zeit dunkler. Späne von dem schönsten Mahagoniholze geben die beste Beize. — b. Helles Nussbaumholz wird durch folgende Behandlung dem Mahagoni vollkommen ähnlich. Man reibt es mit Scheidewasser, dem ein wenig Wasser zugesetzt wurde, ab, und lässt es wieder trocknen. Dann löst man in 64 T. Weingeist 3 T. feinstes Drachenblut nebst 1 T. kohlensaurem Natron auf, und trägt diese Flüssigkeit mit einem weichen Pinsel auf das Holz, sodass sie gut eindringt. Nach abermaligem Trocknen giebt man einen letzten Anstrich mit einer Auflösung von 12 T. des besten Schellacks und 1 T. kohlensaurem Natron in 256 T. Weingeist. — c. Auflösung von Katechu, kochend mit doppeltchromsaurem Kali (3 bis 6% des angewendeten Katechu) versetzt, wird empfohlen. — d. 1 T. zerschnittene Alkannawurzel, 2 T. zerstossene Aloe und 2 T. zerstossenes Drachenblut mit 32 T. Weingeist bei gelinder Wärme behandelt; das Holz wird zuerst mit Salpetersäure gebeizt, dann mit vorstehender Flüssigkeit mehrmals bestrichen, schliesslich mit altem Leinöl abgerieben.

2) Schwarz (Ebenholz-Beize). — a. Die gewöhnliche schwarze Holzbeize (zu welcher Birnbaum- und Lindenholz am besten sich eignen, die aber auch oft auf Ahornholz u. s. w. angewendet wird) ist eine der Schreibtinte in ihrer Zusammensetzung ähnliche Mischung. Es werden z. B. 8 T. Blauholz in 288 T. Wasser eine Stunde lang gekocht, wobei man das verdampfende Wasser allmählich wieder ersetzt. In der abgegossenen Abkochung werden 32 T. aleppische Galläpfel eine Stunde lang gekocht, indem man durch Zugiessen von Wasser den Topf stets zur anfänglichen Höhe gefüllt erhält. Der durchgeseihten Flüssigkeit setzt man 8 T. weisskalzinierten Eisenvitriol und 1 T. krystallisierten Grünspan zu, worauf man in diese heisse Brühe das Holz legt und es mehrere Tage, unter öfterem Wiedererhitzen, darin lässt. Auf grössere Gegenstände trägt man die heisse Beize zu wiederholten Malen mit einem Schwamme oder Pinsel auf.[1]) — b. Eine andere sehr gute Vorschrift ist folgende: Man bereitet eine starke Abkochung von Blauholz, der etwas Alaun zugesetzt wird, bestreicht damit (während sie noch heiss ist) das Holz zu mehreren Malen und überfährt

[1]) Vergl. auch D. p. J. 1886, **262**, 488; 1888, **268**, 96.

es nachher mit essigsaurer Eisenbeize (welche durch langes Stehen von Essig auf rostigen Eisenfeilspänen erhalten wird, aber auch ein Handelsgegenstand ist). — c. Ausgezeichnet gut, dabei wohlfeil und in Bereitung wie Anwendung sehr einfach, ist folgende Schwarzbeize: 8 T. Blauholz-Auszug werden zu Pulver gerieben, mit 512 T. kochenden Wassers übergossen; nach erfolgter Auflösung setzt man 1 T. gelbes chromsaures Kali zu und schüttelt einigemal gut um. Diese Flüssigkeit ist beliebig lange aufzubewahren, wird ohne Erwärmen 3 oder 4 mal auf das Holz gestrichen und erzeugt ein sattes Schwarz, welches durch Firnissen oder Polieren den höchsten Grad der Schönheit annimmt. — d. Eichenholz wird schön schwarz, wenn man es 2 bis 3 Tage lang in eine starke warme Alaunauflösung legt, sodann mit Blauholzabkochung, dem etwas Indigkarmin zugesetzt ist, bestreicht, nach dem Trocknen mit einer Auflösung von Grünspan in heissem Essig kräftig einreibt, und die wechselweise Behandlung mit Blauholzabkochung und Grünspanlösung so oft als nötig wiederholt. — e.[1]) Das Holz wird mit einer Lösung von salzsaurem Anilin und Kupferchlorid bestrichen und nach dem Trocknen sofort mit einer Lösung von chromsaurem Kali; nach kurzer Zeit ist das Holz tiefschwarz. Die Farbe soll dem Lichte, ja selbst dem Bleichkalk widerstehen.

3) Rot. — a. Aus Kochenille (Scharlachrot). 1 T. fein zerriebene Kochenille wird mit 4 T. Weinstein und 160 T. Wasser in einem irdenen, zinnernen oder gut verzinnten kupfernen Gefässe abgekocht, durchgeseiht und mit ein paar T. Zinnauflösung versetzt. — b. Aus Fernambukholz. Man kocht 8 T. dieses Holzes mit 1 T. Alaun in Wasser, bis aller Farbstoff ausgezogen ist, tränkt das Holz mit Alaunauflösung (besser mit Zinnauflösung), und behandelt es dann durch Einlegen oder Bestreichen mit der roten Flüssigkeit. Indem man dem Fernambukholze beim Abkochen Gelbholz in verschiedener Menge zusetzt, kann man mancherlei Abstufungen von Gelbrot und Orange erzeugen. — c. Aus Krapp. Man zieht 5 T. gepulverte Krappwurzel mit 48 T. Wasser bei einer die Kochhitze nicht ganz erreichenden Temperatur aus, setzt etwas Zinnauflösung zu und behandelt damit das vorher mit Alaunauflösung angebeizte, wieder getrocknete Holz. — d. Karmesinrot. In 64 T. Wasser kocht man 1 T. fein zerriebene Kochenille nebst 2 T. Weinstein; dann mischt man 6 T. Zinnauflösung und so viel Salmiakgeist hinzu, als erforderlich ist, die Karmesinfarbe vollkommen zu entwickeln. Das Holz muss einige Tage in dieser Flüssigkeit liegen. — e. Kirschbaumholz nimmt eine schöne bräunlichrote Farbe an, wenn man es mit dicker Kalkmilch bestreicht, diese darauf trocknen lässt und hernach die Kruste abbürstet, deren letzte Reste nötigenfalls mit einem feuchten Schwamme weggenommen werden.

4) Violett. — a. Man legt das nach 3, b, mit Fernambuk rot gefärbte Holz in eine schwache Pottasche-Auflösung. — b. Man tränkt das Holz mit einer verdünnten Kupfervitriol-Auflösung und färbt es, wieder getrocknet, mit einer unter Alaun-Zusatz gemachten Abkochung von 1 T. Blauholz und 2 T. Fernambukholz. — c. Man bereitet mit Wasser, dem man Alaun zugesetzt hat, eine Abkochung von Kochenille, und vermischt diese mit schwefelsaurer Indigauflösung bis zum Erscheinen der gewünschten Schattierung.

5) Braun. — a. Man bestreicht das Holz mittels eines leinenen Läppchens mit Scheidewasser (oder mit einer Auflösung von Eisenvitriol in 8 T. Wasser, der man etwas Scheidewasser zugesetzt hat), und erwärmt es kurze Zeit gleichmässig über glühenden Kohlen oder an einem geheizten Ofen. — b. Man löst 1 T. Kasselerbraun (eine Art Braunkohle) durch Kochen in Aschenlauge oder in einer Lauge von 1 T. Soda und 4 T. Wasser. — c. Die Farbe des Nussbaumholzes wird durch eine starke Abkochung der grünen Nussschalen in Wasser nachgeahmt, dem man etwas Orlean, mit Wasser und ein wenig Pottasche abgekocht, beimischen kann, um das Braun rötlich zu machen. — d. Das mit Fernambukholz (nach 3, b) rot gefärbte Holz wird braun, wenn man es in eine mit Wasser verdünnte salpetersaure Eisenauflösung legt. — e. Grünlichbraun. Das Holz

[1]) D. p. J. 1880, **235**, 408.

wird in einer Abkochung von Quercitronrinde und dem doppelten Gewicht Wasser gebeizt, dann mit einer Auflösung von 1 T. Eisenvitriol und 2 T. Alaun bestrichen. Das Beizen und Bestreichen wird abwechselnd wiederholt, bis die gewünschte Farbe erlangt ist. — f. Rotbraun. Man beizt mit einer Kupfervitriol-Auflösung vor, und bestreicht nach dem Trocknen mit einer durch etwas Schwefelsäure geschärften Auflösung von Blutlaugensalz. — g. Hellen Holzarten (Esche, Ahorn u. s. w.) giebt man ein gutes Rotbraun, indem man sie zuerst mit einer Auflösung von Katechu (durch Kochen in Wasser unter Zusatz von kohlensaurem Natron dargestellt) behandelt, dann in eine Auflösung des doppeltchromsauren Kali legt. — h. Die Auflösung des doppeltchromsauren Kali allein erteilt dem Nussbaumholze eine angenehme tiefbraune Farbe. — i. Buchsbaumholz erhält eine hell mahagonibraune Farbe, wenn man es schnell mit einem in rauchender Salpetersäure schwach benetzten Läppchen überfährt, hierauf mit einem reinen Lappen ganz trocken abputzt, endlich mit Leinöl einreibt. — k. Eine ziemlich gute Nachahmung des Jakaranda-Holzes wird dadurch erreicht, dass man Buchenholz zweimal mit Fernambukabkochung, dann einmal mit essigsaurem Eisenoxyd (S. 723) beizt, ferner, um die hellen Stellen zu bilden, eine in verdünnte Schwefelsäure getauchte Federfahne entsprechend darüber führt, und schliesslich mit durch Drachenblut rotgefärbter Schellackpolitur poliert. — l. Bestreichen mit starker Auflösung von übermangansaurem Kali (mineralischem Chamäleon) erteilt verschiedenen Holzarten (Birnbaum, Kirschbaum) schöne Schattierungen von Braun.[1])

6) Grau. — Verschiedene Schattierungen dieser Farbe erhält man durch die mehr oder weniger mit Wasser verdünnte Schwarzbeize (2), welcher man nach Erfordernis kleine Mengen von Rot und Blau oder von Rot und Gelb zutröpfelt. Ferner wird folgende Vorschrift als für Tannen-, Buchen und Pappelholz sehr gut empfohlen.[2]): Die Lösung von 1 T. Höllenstein in 45 T. destilliertem Wasser wird dem zu beizenden Holze zweimal aufgetragen, dann dasselbe mit Salzsäure überstrichen und schliesslich mit Salmiakgeist. Das so behandelte Holz muss nunmehr an einem dunklen Orte getrocknet, dann geölt und poliert werden.

7) Blau. — a. 1 T. feingepulverten guten Indig löst man in 4 T. rauchender Schwefelsäure auf, setzt nach erfolgter Auflösung 64 T. Wasser hinzu und erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden. Es werden nun weisse wollene Läppchen hineingebracht, welche binnen 24 Stunden den blauen Farbstoff aufnehmen und eine schmutzige Flüssigkeit zurücklassen. Die Läppchen werden so lange in kaltem Flusswasser gewaschen, bis dieses hell davon abläuft; dann übergiesst man sie mit 32 T. Wasser, worin 1 T. Pottasche aufgelöst ist, und erhitzt alles zum Sieden, wodurch die blaue Farbe fast vollständig in die Flüssigkeit übergeht. Letztere versetzt man nun mit so viel Schwefelsäure, dass sie schwach sauer schmeckt, giebt 2 T. Alaun hinzu und färbt das Holz bei Milchwärme. Zu Hellblau wird die Farbeflüssigkeit mit der erforderlichen Menge Wasser verdünnt. Man kann auch die Auflösung des Indigs mit Schwefelsäure ohne weitere Zubereitung (nur gehörig mit Wasser verdünnt) zum Färben gebrauchen, besonders wenn man ihr auf jeden darin enthaltenen T. Indig 1 T. Pottasche zusetzt. — b. Das Holz wird mit einer Auflösung von eisenfreiem Kupfervitriol getränkt, und nach dem Trocknen mit einer heissen Abkochung von Blauholz bestrichen.

8) Gelb. — a. Man beizt das Holz in Alaunauflösung (oder Zinnauflösung) und färbt es in einer Abkochung von Gelbholz oder Quercitronrinde. Schwache Pottasche-Auflösung macht die Farbe dunkler. — b. Man beizt das Holz einige Stunden lang in einer Alaunauflösung, welche auf 30 T. Wasser 1 T. Alaun enthält, färbt es in einer mit Wasser bereiteten Abkochung von Kurkumewurzel, legt es einige Stunden in kaltes Wasser und trocknet es endlich ab. Pottasche

[1]) Vergl. über Nussbaumbeizen: D. p. J. 1874, **214**, 426; 1875, **217**, 336; 1886, **262**, 488.

[2]) D. p. J. 1886, **262**, 288.

macht diese Farbe rotbraun. — c. Scheidewasser, entweder unvermischt oder mit wenig Wasser verdünnt, färbt (mässig und vorsichtig aufgestrichen) das Holz gelb; doch muss man sich in acht nehmen, dieses Mittel bei Arbeiten zu gebrauchen, an welchen eiserne oder messingene Beschläge u. s. w. sich befinden, denn die Metalle rosten von der Ausdünstung des Scheidewassers, welche noch nach ziemlich langer Zeit stattfindet. — d. Orange erhält man auf die unter 3, b angezeigte Weise. Ein hohes Orangengelb liefert Orlean, wovon man 2 T., fein zerrieben, mit 4 T. Pottasche und 20 T. Wasser abkocht, worauf die Flüssigkeit vor der Anwendung mit 1 T. Salmiakgeist versetzt wird.

9) Grün. — a. Man tränkt das Holz mit einer Auflösung von krystallisiertem Grünspan in dem zwölffachen Gewichte Wasser. — b. Man löst 1 T. französichen Grünspan und 1 T. Weinstein zusammen in 8 T. starkem Essig auf, indem man die Mischung in einer Flasche an einen warmen Ort stellt. — c. Man färbt das Holz zuerst (nach 8, a) gelb und behandelt es sodann mit der blauen Farbeflüssigkeit aus Indig (7, a) oder noch einmal mit der Gelbholzabkochung, der aber jetzt die erforderliche Menge Indigauflösung zugesetzt ist.

10) Färben der Furniere. Dasselbe kann gerade so stattfinden, wie vorher beschrieben; es ist aber, wegen der geringen Dicke der Furniere, auch möglich, ihre ganze Holzmasse zu färben.[1]) Es wird hierfür folgendes Verfahren angegeben: Man kocht die Furniere $1/2$ Stunde in 10% Ätznatronlauge und lässt sie 24 Stunden lang in derselben liegen, worauf man sie mehrfach auswäscht. Nach dem folgenden Färben werden die Furniere, während sie zwischen Pappendeckel gepresst sind, getrocknet.

Die vorber. Furniere werden 22 Stunden in eine starke, heisse Blauholzabkochung (1 T. Blauholz auf 3 T. Abkochung) gelegt, dann etwas abtrocknen gelassen und hierauf 24 Stunden in starke Eisenvitriollösung (1 T. Vitriol auf 30 T. Wasser) gelegt, wobei sie in ganzer Dicke tiefschwarz werden.

Eine schöne gelbe Färbung erzeugt 1 T. Pikrinsäure in 60 T. heissem Wasser gelöst, welcher Lösung etwas Ammoniak (bis man diesen riechen kann) hinzugefügt wird. Die Färbung benachteiligt die später aufzulegende Politur nicht.

Rot. Corallin (Rosolsäure) in heissem Wasser gelöst, dem man zuvor kleine Mengen Ätznatron und den 5. T. des Wassergewichts Wasserglaslösung hinzugefügt hat, giebt, je nach der Menge des Corallins, schöne rosenrote bis ponceaurote Farben. Hochrot: Fuchsin in Wasser, dem man zum Hervorbringen des hochroten Tones eine entsprechende Menge einer wässerigen Vesuvinlösung zugegeben hat. Die Furniere müssen auch in diesen Farblösungen 24 Stunden liegen.

Schönes Silbergrau lässt sich ohne jede Behandlung mit Ätznatronlauge gewinnen mittels 24stündigen Einlegens in verdünnte Eisenvitriollösung (1 T. Vitriol auf 100 T. Wasser).

4. Das Brennen.

Schon S. 693 war vom Brennen der Furniere zu Verzierungszwecken die Rede. Auch dickere Hölzer werden mittels des Brennens mit mannigfachen Zeichnungen versehen. Zu hoher Vollendung ist das freihändige Hervorbringen derartiger Bilder gebracht. Als Rohstoff für diese Brandtechnik eignen sich besonders Zirben-, Birnbaum-, Buchsbaum-, Linden-, sowie lichtes Eichen- und Ahornholz. Die Oberfläche der zu schmückenden Gegenstände muss möglichst glatt sein; man zeichnet mit Bleistift den Entwurf auf dieselbe und verfolgt die Linien sodann mit dem Brandstift[2]), d. i. ein durch brennende Gase oder Dämpfe glühend erhaltener Platinstift, schattiert auch unter Umständen mittels dieses Stiftes.

---

[1]) D. p. J. 1871, **202**, 95.
[2]) D. p. J. 1879, **234**, 44 m. Abb.; 1882, **244**, 111 m. Abb.

Das Bemalen der Hölzer, bezw. Zeichnungen geschieht mit Wasser-Lasurfarben, welche hierauf mit leichter Politur, Lack oder Firnis befestigt werden. Es ist dabei der Umstand zu beachten, dass durch solches Befestigen manche Farben dunkler, einige heller werden, im ganzen aber dieselben frischer und saftiger hervortreten. Bei dunklen Hölzern kann auch Deckweiss angewendet werden, um die Teile des Bildes mehr herauszuheben.[1])

Sonst findet das Brennen mittels Platten oder Walzen statt, deren Flächen die betreffenden Zeichnungen erhaben tragen und die in irgend einer geeigneten Weise erhitzt werden.[2]) Es wird von diesem Brennen z. B. Gebrauch gemacht, um unedlen Hölzern das Aussehen edler Holzarten zu geben.

5. Das Polieren.

Ein Polieren in dem Sinne, wie es bei Metallen stattfindet (S. 385 bis 395), ist bei Holz unmöglich, teils wegen dessen geringer Härte überhaupt, teils wegen seines sehr hervortretenden Gefüges und der sehr ungleichen Härte in den verschiedenen Teilen einer Fläche. Man versteht daher unter Polieren der Holzarbeiten etwas wesentlich anderes, nämlich die Hervorbringung eines hohen, spiegelartigen Glanzes vermöge eines in sehr dünnen Schichten aufgetragenen firnisartigen Überzuges. Nach der Natur dieses letzteren ist zu unterscheiden: die Wachs-Politur und die Schellack-Politur.

Wachs-Politur. — Das Polieren mit Wachs (Wichsen, Bohnen) wird bei Möbeln ziemlich selten angewendet, dagegen sehr gewöhnlich bei Fussböden. Man gebraucht als Polierwachs, Bohnwachs entweder reines (weisses oder gelbes) Wachs, oder eine durch Zusammenschmelzen bereitete Mischung aus Wachs und etwas Terpentin, reibt damit die Holzfläche, breitet das, was sich angehängt hat, durch fortgesetzte Reibung mit einer steifen Bürste, dann mit einem Stücke Kork gleichmässig aus, nimmt den etwaigen Überfluss mittels einer stumpfen Ziehklinge ab, und reibt endlich noch so lange mit einem wollenen Lappen, bis der Glanz gehörig zum Vorscheine gekommen ist. Um die gelbe Farbe des Eichenholzes zu erhöhen, kann man dasselbe, vor dem Aufstreichen des Wachses, sehr dünn mit zartgepulvertem gelben Ocker bepudern, oder auch letzteren dem Polierwachse selbst zusetzen (indem man es schmilzt und den Ocker einrührt). — Die Wachs-Politur gewährt nie einen sehr hohen Glanz, ist bei warmer Luft etwas klebrig, und hebt auf feinen Hölzern die Adern oder Zeichnungen nicht lebhaft genug hervor; dagegen hat sie den Vorzug, dass sie von dem Ungeübtesten leicht — wenn sie matt geworden ist — durch Bürsten oder durch Reiben mit Wollenzeug aufgefrischt werden kann.

Man bedient sich meistens einer Mischung aus Wachs und Terpentinöl zum Polieren statt des reinen Wachses. Man bereitet dieselbe, indem man z. B. 10 T. gelbes (besser weisses) Wachs bei gelinder Wärme schmilzt, 4 bis 7 T. Terpentinöl zumischt, und das Ganze bis zum Erkalten beständig rührt. Es

[1]) Mitt. d. Sect. f. Holzindustrie, Wien 1886, S. 150.
[2]) D. p. J. 1888, 267, 440 m. Abb.

entsteht auf diese Weise eine Art steifen Teiges, welcher sich viel leichter ausstreichen lässt, als Wachs. Nimmt man eine kleine Menge davon auf einen Lappen, reibt sie auf dem Holze auseinander, bearbeitet letzteres dann mit einer Bürste und endlich mit einem feinen Stücke Wollenzeug, so entsteht ein gleichförmiger, äusserst dünner, stark glänzender Wachs-Überzug, welcher nur den Fehler hat, dass er nicht genug Körper besitzt, um die Poren des Holzes gehörig auszufüllen. Nötigenfalls wird der Auftrag wiederholt. Will man diese Politur rot färben, so zieht man mit dem Terpentinöl Alkannawurzel aus und filtert es, bevor es dem Wachse zugesetzt wird. Um den unangenehmen Terpentingeruch zu mildern, kann man einen Teil des Terpentinöls durch Lavendelöl (welches freilich viel teurer ist) ersetzen. Manche geben zu der schon halbfest gewordenen Mischung aus Wachs und Terpentinöl ein Drittel ihres Gewichtes starken Weingeist, der durch das bis zum gänzlichen Erkalten fortgesetzte Rühren innig damit vermengt wird. Auch wird empfohlen, 4 T. gelbes Wachs mit 1 T. Kolophonium zusammenzuschmelzen und nach Entfernung vom Feuer 1 T. Terpentinöl zuzusetzen, worauf man bis zum Erkalten umrührt. Alle diese Zusammensetzungen haben den unangenehmen Terpentingeruch, der nur allmählich vergeht.

Geruchlose Wachsseife zum Bohnen der Fussböden (Fussbodenwichse) wird auf folgende Weise bereitet und angewendet: Man schmilzt 5 *kg* zerschnittenes gelbes Wachs mit 8 *kg* Regenwasser, rührt die abgeklärte Auflösung von 2 *kg* Pottasche in 4 *kg* Wasser langsam hinzu, lässt kochen und setzt schliesslich das Rühren bis zum Erkalten fort. Zur Färbung wird hernach etwas Eisenocher und Umbra, mit Wasser angerührt, vorstehender Flüssigkeit sorgfältig beigemischt. Beim Gebrauch streicht man diese Mischung mittels eines Pinsels auf den reingescheuerten trockenen Fussboden, lässt einige Stunden Zeit zum Trocknen, reibt endlich mit der Bürste und dem wollenen Lappen. — Nach einer etwas abweichenden Vorschrift werden 1 *kg* weisses Wachs, 0,4 *kg* Pottasche, 0,3 *kg* Ocker, 0,4 *kg* ungebrannte Terra di Siena und 0,1 bis 0,2 *kg* Orlean mit 12 *kg* Wasser zwei Stunden lang unter fleissigem Rühren gekocht; die Masse trägt man heiss mit dem Pinsel auf, wonach übrigens wie vorstehend verfahren wird. Die angegebene Menge reicht etwa für 70 *qm* Fussbodenfläche hin. — 4 T. Stearinsäure, 1 T. gelbes Wachs, etwa $^1/_4$ T. Pottasche, etwas Wasser, ein wenig Seife zusammengeschmolzen, mit Terra di Siena, Umbra oder Ocher nach Belieben vermengt, geben eine Politur für Fussböden und geringere Möbel, welche nur mittels eines Lappens aufgerieben zu werden braucht und kein Bürsten erfordert. — Zu 1 T. Seife, welche in 30 T. siedendem Wasser aufgelöst ist, fügt man 2 T. Carnanbawachs und kocht, bis letzteres sich zerteilt hat. Man fügt dann Ammoniakflüssigkeit hinzu, bis obige Flüssigkeit sich klärt. Je nach Farbe und Verwendung fällt man die Wachslösung: für weiss mit Alaun und Zinkvitriollösung, für lederbraun mit Eisenvitriollösung, für schwarz mit Eisen- und Kupfervitriollösung, und erzielt Niederschläge von fettsauren und carnanbawachssauren Verbindungen mit den Oxyden der erwähnten Salze. Nach dem Auswaschen derselben werden sie mit 2% Ammoniak und entsprechenden Farben gemischt.[1])

Alte gebohnte und schmutzig gewordene Fussböden reinigt man durch Abwaschen mit ätzender Kali- oder Natronlauge, darauf folgendes Abbürsten mit Sand und Wasser, abermaliges Waschen mit verdünnter Schwefelsäure (8 Wasser, 1 Vitriol) und schliessliches Abputzen mit reinem Wasser. Die Farbe des Holzes kommt dadurch rein zum Vorschein, und nach völligem Trocknen kann von neuem gebohnt werden.

Polieren mit Schellack. — Die Schellack-Politur, Wiener Politur, französische Politur ist ein weingeistiger Schellack-Firnis, dem man oft noch andere Harze (Mastix, Sandarach) zusetzt. Dieser Firnis giebt einen weit schöneren und dauerhafteren Glanz als das Wachs, und hat

[1]) D. p. J. 1882, **245**, 142.

deshalb dieses letztere bei feinen Arbeiten allgemein verdrängt. Das Polieren mit der Schellack-Auflösung erfordert aber, wegen der eigenartigen Auftragungsweise, einen geduldigen und geschickten Arbeiter.

Zur Bereitung der Politur giebt es verschiedene Vorschriften. Am einfachsten verfährt man so, dass 1 *kg* Schellack (am besten hell orangegelb), zu kleinen Stückchen zerbrochen, in einer Flasche mit 7 bis 8 *kg* 36gradigen Weingeistes (Einh. Gewicht 0,840 oder 88 Prozent nach Tralles) übergossen und längere Zeit an einem dem Sonnenscheine ausgesetzten Orte hingestellt wird. Man erhält so eine trübe Auflösung, welche nicht gefiltert zu werden braucht, da bei der Anwendung selbst ein Filtern stattfindet, wie nachher sich zeigen wird. — 3 *kg* Weingeist, worin 280 *g* Schellack, 16 *g* Sandarach und 16 *g* Mastix (alles beste Ware) mit Hilfe gelinder Wärme aufgelöst werden, geben eine sehr gute Politur; desgleichen 2,5 *kg* Weingeist, 190 *g* Schellack, 62 *g* Sandarach, 62 *g* Mastix; oder 0,5 *kg* Weingeist, 30 *g* Schellack, 15 *g* Sandarach. Man muss sich mit der Stärke der Politur (d. h. mit der Menge des Weingeistes im Verhältnis zu dem Harzgehalte) in gewissem Grade nach der Beschaffenheit des Holzes richten. Je poröser das letztere ist, je mehr es also einsaugt, desto stärker soll die Politur sein, d. h. desto weniger Weingeist ist zur Auflösung zu nehmen. Je grösser die Menge des Mastix und Sandarachs gegen jene des Schellacks genommen wird, desto weicher und vergänglicher (der Abnutzung mehr unterworfen) fällt der durch das Polieren erzeugte Überzug des Holzes aus.

Oft wird die Politur gefärbt, namentlich rot (zum Gebrauch auf Nussbaumholz) durch Zusatz von Orseille oder Sandelholzspänen, undurchsichtig weiss durch Bleiweiss, schwarz (auf schwarzgebeizter Arbeit) durch Kienruss; aber niemals kann dieses Verfahren das etwa nötige Beizen des Holzes ersetzen oder überflüssig machen, weil die Politur eine zu schwache, daher nicht satt genug färbende Decke bildet, auch die rot gefärbte bald am Lichte ausbleicht, und dann die natürliche unansehnliche Farbe des Holzes sichtbar wird. Schwarzgebeizte Gegenstände erhalten ein besonders schönes Ansehen, wenn man (auf die unten anzugebende Weise) das Polieren mit Zusatz von Indig vollendet. Auf hellfarbigen Holzarten (z. B. Ahorn) ist die eigentümliche braune Farbe des Schellacks störend, selbst wenn man die hellste Art dieses Harzes auswählt. Für solche Fälle leistet daher die Anwendung des gebleichten Schellacks gute Dienste.

Eine bewährte Vorschrift zur Bereitung der weissen Politur ist folgende: Man löst 0,25 *kg* feinen lichtfarbigen Schellacks mit 0,1 *kg* krystallisierten kohlensauren Natrons und 6 *kg* Wasser in der Wärme auf und seiht die Auflösung durch Leinwand. Andererseits werden 0,3 *kg* besten Chlorkalkes mit 2,5 *kg* Wasser angerührt; man giesst nach vollendetem Absetzen des Unauflöslichen die klare Flüssigkeit ab, vermischt sie unter Umrühren mit 0,3 *kg* krystallisierten kohlensauren Natrons in 1,2 *kg* Wasser gelöst, lässt den sich bildenden Niederschlag vollständig zu Boden sinken, und giesst wieder klar ab: diese neue Flüssigkeit, durch Zusatz von Wasser bis zu 6 Liter vermehrt, ist die Bleichlauge (Chlornatron-Auflösung). Man fügt sie unter Umrühren zu der Schellacklösung und setzt danach noch etwas verdünnte Salzsäure zu, mit der Vorsicht, dass sich nichts ausscheidet, was durch gehöriges Rühren, langsames Zugiessen und Vermeidung einer zu grossen Menge Säure erreicht wird. Das Gemisch wird 1 bis 2 Tage in den Sonnenschein gestellt, dann (um die geringe Trübung zu beseitigen) gefiltert, mit ein wenig schwefeligsaurem Natron und endlich vorsichtig mit so viel Salzsäure, als zur Abscheidung des Schellacks eben erforderlich ist, versetzt. Durch Erwärmen bewirkt man das Zusammenballen des Harzes, welches schliesslich herausgenommen und in reinem Wasser mehrmals ausgeknetet wird. Zur Darstellung der Politur wird dieses gebleichte

Schellack zu gröblichem Pulver gestossen, in gelinder Wärme getrocknet und im sechsfachen Gewichte 90prozentigen Weingeistes (Einh.-Gewicht 0,833) aufgelöst.

Manches mittels Chlor oder Chlorverbindungen gebleichte Schellack kommt im Handel vor, welches vermöge eines Rückhaltes von Chlor den Fehler hat, dass die daraus bereitete Politur den in Holzarbeiten etwa enthaltenen Metall-Einlagen ihren Glanz nimmt, dieselben blind und unansehnlich macht. Für solche Fälle kann man die Entfärbung der Politur mittels Kohle anwenden, welche auch überhaupt durch ihre Einfachheit sich empfiehlt, obwohl sie freilich in der Wirkung weniger vollkommen ist als die Chlorbleiche. Das rohe Schellack wird in dem fünffachen Gewichte 90prozentigen Weingeistes mit Hilfe einer gelinden Wärme aufgelöst: diese Flüssigkeit vermengt man mit so viel Tierkohle (gröblich gemahlenem Beinschwarz), dass ein sehr dünner Brei entsteht; dann setzt man sie in einer (zur Abhaltung des Staubes leicht verstopften) weissen Glasflasche eine Woche lang auf eine Stelle, wo sie möglichst unmittelbar und anhaltend von den Sonnenstrahlen getroffen wird, schüttelt während dieser Zeit oftmals um und filtert endlich durch graues Löschpapier. Sollte sie anfangs trüb oder zu braun durchgehen, so giesst man sie auf das Filter zurück, bis sie, vermittels des wiederholten Durchlaufens durch die Kohle, ganz klar und nur noch bräunlich zum Vorscheine kommt.

Das Auftragen der Politur auf das fein geschliffene und nachher wieder von Öl gereinigte Holz (S. 720) geschieht in folgender Weise: Man benetzt ein Stück kleinlöcherigen Badeschwammes oder einen mehrfach zusammengelegten Lappen von lockerem wollenen Zeuge (am besten von einem abgetragenen Strumpfe), auch wohl ein Bäuschchen von Baumwolle oder Watte, mit der Schellack-Auflösung, schlägt (einfach oder doppelt) feine, reine und ziemlich abgenutzte Leinwand herum, deren Zipfel zu einem nach oben stehenden Handgriffe zusammengedreht werden, giebt auf die untere Seite des so gebildeten weichen und elastischen Ballens einige Tropfen klares Baum- oder Leinöl, und fährt nun in bald geraden, bald kreisförmigen oder spiralartigen Zügen unter gelindem Drucke dergestalt über die Holzfläche hin, dass soviel möglich alle Stellen gleichmässig getroffen werden. Der Firnis filtriert sich (wenn nicht zu viel davon genommen wurde) nur langsam durch die Leinwand, verbreitet sich auf dem Holze und trocknet darauf unter dem beständigen Reiben ein, sodass er eine ganz glatte Fläche bildet. Das Öl erhält den Ballen schlüpfrig und erleichtert seine Bewegung; fühlt man, dass derselbe anzukleben Neigung zeigt, so versieht man ihn von neuem mit ein paar Tropfen Öl. Sind Holz und Ballen trocken geworden, und hat ersteres den gehörigen Glanz angenommen, so ist die Arbeit beendigt; es wäre denn, dass die Firnislage noch nicht stark genug gefunden würde, in welchem Falle das Verfahren ein- oder einigemal wiederholt werden muss. Ist der Firnis etwas stark (harzreich), so nimmt er nicht ohne weiteres die erforderliche Spiegelglätte an: man muss dann zuletzt mit Weingeist und etwas Öl (ohne Firnis) polieren, wodurch die Ungleichheiten gleichsam verwaschen werden.

Das Polieren mit Indig (S. 728) wird auf die Weise vorgenommen, dass man — nachdem mit gewöhnlicher Politur die Arbeit fast vollendet ist — eine sehr schwache Schellack-Auflösung anwendet, den damit benetzten Ballen mit fein-zerriebenem Indig bepudert, den Leinwandlappen wie sonst herumschlägt, und übrigens nach der schon beschriebenen Art verfährt. Die feinsten Indigstäubchen werden von der Flüssigkeit mit durch die Leinwand genommen und geben dem schwarzen Holze eine ausgezeichnet tiefe Farbe.

Das Polieren muss mit grösster Sauberkeit, in einem von Staub freien Raume und nahe an einem Fenster vorgenommen werden (letzteres, damit der Fortgang der Arbeit leicht zu beobachten und jedem Fehler sogleich abzuhelfen ist); zur Winterzeit muss der Arbeitsraum geheizt sein, weil in der Kälte der Firnis krümelig wird und sich ungleich ausbreitet. Nie darf der Ballen ruhig auf einer Stelle bleiben, weil er dann in gewissem Grade anklebt und einen hässlichen Flecken verursacht. Sehr wichtig ist es, dass das zum Schleifen des Holzes angewendete Öl nach Möglichkeit vor dem Polieren entfernt werde; wird dies versäumt, so schlägt das Öl durch die Politur und bildet nach einiger Zeit auf deren Oberfläche zahlreiche matte Flecken, welche eintrocknen und nur durch erneuertes Polieren wegzuschaffen sind (vergl. S. 719). Daher müssen so oft neue Möbel, an welchen man diesen Fehler bemerkt, nach einigen Monaten nachpoliert werden. Talg (bezw. flüssiges Paraffin), wenn es statt Leinöl beim Schleifen gebraucht wurde, schlägt entweder gar nicht durch, oder lässt sich — da es nicht trocknet — durch Abwischen entfernen. Hierin liegt also ein Vorzug des Talges und Paraffins. Holzarten mit starken Poren sind mühsam und langwierig zu polieren; man erleichtert sich die Arbeit und befördert die Schönheit durch vorangehende Ausfüllung dieser Poren, z. B. bei Nussbaumholz durch Leimtränkung, bei Eichenholz durch Überwischen mit einem Gemenge aus Gipspulver und Schellackauflösung (Politur).

Kleine Arbeitstücke, welche nicht durch sich selbst fest stehen oder liegen, werden beim Polieren auf der Hobelbank oder in einem eigenen Polier-Rahmen[1]) eingespannt. Zu Säulen, Walzen und dergleichen runden Gegenständen gebraucht man die Hobelbank, versieht aber diese mit hölzernen Bankhaken mit langen eisernen Spitzen in den Köpfen, welche eine Achsendrehung des zwischen ihnen eingespannten Stückes zulassen.

Man hat sich bemüht, eine Kopal-Politur statt der mit Schellack bereiteten in Anwendung zu bringen, indem jene durch Farblosigkeit, besondere Härte und vorzüglichen Glanz sich auszeichnet. Da indessen die Bereitung eines weingeistigen Kopalfirnisses mit einiger Weitläufigkeit verbunden ist und derselbe ziemlich teuer zu stehen kommt, auch (mit Weingeist allein bereitet) immer dünn ausfällt, so hat er keinen Eingang gefunden.

Das Polieren gedrechselter Waren unterscheidet sich von dem der Tischlerarbeiten nur dadurch, dass es auf der Drehbank geschieht, indem man einen wie oben zubereiteten, mit Politur und Öl versehenen Ballen an den in Umdrehung begriffenen Gegenstand anhält.

Schmutzig gewordene polierte Holzarbeiten können mittels eines Schwammes mit reinem Wasser oder Seifenwasser abgewaschen werden. Hat die Politur mit der Zeit ihren Glanz verloren, so lässt sich dieser bis zu einem gewissen Grade wieder herstellen, indem man sich einer aus 2 T. Stearinsäure und 3 T. Terpentinöl bereiteten Salbe bedient, welcher eine der Holzart entsprechende Farbe (z. B. für Mahagoni ein wenig Karmin) zugesetzt ist. Man hobelt die Stearinsäure zu Spänen, welche von selbst in Pulver zerfallen, vermischt sie mit dem Terpentinöle, schmilzt im Wasserbade, rührt die Farbe ein, giesst in ein kaltes Gefäss aus und rührt bis zum gänzlichen Erkalten um. Von dieser Salbe trägt man eine sehr geringe Menge mittels eines Läppchens auf, wonach man mit einem reinen trockenen Stücke feinen Seidenzeuges reibt, bis der gehörige Glanz hervorkommt.

Wegen einiger neuerer Vorschläge hinsichtlich Zubereitung der Politur bezw. Ausführung des Polierens sind die unten verzeichneten Quellen erwähnenswert.[2])

---

[1]) Z. d. Gewerbfleissvereins, 1841, S. 104.

[2]) D. p. J. 1879, **233**, 348; 1882, **244**, 169; 1884, **251**, 144, **252**, 341.

Um die Umständlichkeit zu vermeiden, welche in dem häufig nötig werdenden Auftragen der Polierflüssigkeit auf den Polierballen besteht, hat man Polierballen angefertigt, welche einen grösseren Behälter für die Schellackauflösung enthalten und von diesem selbstthätig gespeist werden.[1])

6. Das Öltränken (Einlassen mit Öl).

Es ist dieses eine Aufbereitung, welche bei geringen, nicht polierten Arbeiten aus Tannen-, Eichen-, Buchenholz u. s. w. oft vorgenommen wird, um dieselben gegen den Einfluss der Feuchtigkeit zu schützen, wonach zugleich die Farbe des Holzes mehr Dunkelheit und dadurch ein besseres Ansehen erhält, auch Schmutz weniger leicht haftet und das Abwaschen mit Wasser erleichtert wird. Man bedient sich dazu des Leinölfirnisses (mit Bleiglätte gekochten Leinöles), welchen man aufstreicht und einreibt. Das Holz wird voraus nicht geschliffen, sondern nur mit der Ziehklinge abgezogen. Fussböden muss man dreimal, mit Pausen von mehreren Tagen, mit dem heissgemachten Firnisse bestreichen.

7. Das Anstreichen (Malen).

An diesem Orte sollen erwähnt werden: die Leimfarben-Anstriche, die Ölfarben-Anstriche, die wasserabhaltenden Anstriche für grosse im Freien stehende Gegenstände, die gegen Feuer sichernden Anstriche.

a. Anstreichen mit Leimfarben. Als Leimfarben dienen: Bleiweiss, geschlemmter weisser Thon, Kreide, Chromgelb, Mineralgelb, Schüttgelb, gelbe Erde, Bolus, Ocher, Umbra, Braunrot, Grünspan, Berggrün, Schweinfurter Grün, Berlinerblau, Bergblau, Bremergrün, Ultramarin, Kienruss, Frankfurter Schwarz u. s. w., die teils einzeln, teils nach Erfordernis gemischt angewendet werden. Man reibt dieselben auf dem Reibsteine mit Wasser fein und rührt sie mit Leimwasser an.

Das beim Gerinnen des Blutes sich abscheidende Blutwasser kann in manchen Fällen einen Stellvertreter des Leimes abgeben, muss aber frisch verbraucht werden, und lässt sich nur mit erdigen Farben (Kreide, Bolus, Gelberde u. s. w.) nicht aber mit metallischen, welche es zum Gerinnen bringen, mischen.

Die Gegenstände, welche angestrichen werden sollen, erhalten (nachdem etwa vorhandene kleine Löcher, Spalte und Gruben des Holzes mit Glaserkitt (S. 700) oder mit einem Teig von Leim und zerstossener Kreide ausgefüllt sind) zuerst einen Grund, sie werden gegründet, grundiert, d. h. dünn mit in Leimwasser angerührter Kreide bestrichen, um die Poren des Holzes auszufüllen und dessen Oberfläche zum Auftragen der Farbe vorzubereiten. Je schwammiger und einsaugender das Holz ist, desto stärker muss der Grund aufgetragen werden. Wenn dieser letztere ganz trocken geworden ist, erfolgt das Anstreichen mit der nach angegebener Art zubereiteten Farbe, wozu man sich eines grossen weichen Borstenpinsels bedient, der gerade aufgesetzt

[1]) D. p. J. 1880, **237**, 273 m. Abb.; 1882, **243**, 292 m. Abb.

und in langen Zügen nach der Richtung der Holzfasern geführt wird. Um einen gleichmässigen Anstrich zu erhalten, muss derselbe dünn gemacht und nicht zu viel Farbe auf einmal in den Pinsel genommen werden. Aus den Vertiefungen von Schnitzwerk u. dgl., in welche die Farbe sich zu sehr hineingesetzt hat, wird das Überflüssige mit einem kleinen reinen Pinsel herausgeputzt. Die Farbe muss in dem Topfe oft umgerührt werden, damit sie immer den nämlichen Ton behält und sich nicht zu Boden setzen kann; es ist besser, sie lauwarm als kalt aufzutragen, weil durch die Wärme der Leim vollkommener flüssig wird. Da in der Regel das Anstreichen wiederholt werden muss, um einen hinreichend deckenden und gehörig dauerhaften Überzug zu erhalten, so muss jeder Anstrich völlig getrocknet sein, bevor man den folgenden giebt.

Die Leimfarben-Anstriche haben an sich keinen Glanz; man kann ihnen aber denselben erteilen, indem man fein gepulvertes Federweiss (Talk) unter dieselben mengt und den völlig trockenen Anstrich mit einer steifen Bürste anhaltend überreibt. Das unten ausführlicher zu erwähnende Wasserglas giebt den Leimfarben-Anstrichen, welche man mit dessen Auflösung überfährt, das glänzende Ansehen einer Ölfarbe, sowie die Fähigkeit, sich nass abwischen zu lassen; ja die Wasserglas-Auflösung kann statt des Leimes selbst zum Anmachen der Farben gebraucht werden, und giebt dann Anstriche, welche an Glanz den Ölfarben-Anstrichen gleichen und vor diesen (wenn letztere frisch sind) den Vorzug der Geruchlosigkeit haben.[1]) Die Eigenschaft, der Nässe zu widerstehen (durch Feuchtigkeit nicht klebrig zu werden), erlangen auch gewöhnliche Leimfarben-Anstriche, wenn man sie nach dem Trocknen mit Alaun-Auflösung überfährt oder mit Galläpfelabkochung in solchem Masse überstreicht, dass eine Erweichung des Leimes eintritt.

Als wohlfeile und dauerhafte Stellvertreter der Leimfarben sind hier die Milchanstriche und Käsefarben zu erwähnen.

Milchanstrich. Man reibt 1,5 *kg* an der Luft zerfallenen Kalk mit abgerahmter süsser Milch recht fein, giesst 1 *kg* gekochtes Leinöl (Leinölfirnis) und 94 *g* Terpentinöl dazu, mischt hierunter 9 *kg* gemahlene Kreide, welche vorläufig in Milch abgerieben ist, fügt endlich dem Ganzen noch so viel Milch bei als nötig, um die zum Anstreichen erforderliche Verdünnung zu bewirken. Dieser weisse glanzlose Anstrich trocknet sehr bald und hält gut in der Nässe. Um ihn zu färben, werden solche Erdfarben, welche der Kalk nicht verändert, zugesetzt, z. B. Indig, Braunrot, Ocher, schwarze oder grüne Erde u. dgl.

Käsefarbe. Man arbeitet 5 Raumteile zu Pulver gelöschten oder an der Luft zerfallenen Kalk und 2 Rt. frischen Käse (von den Molken durch Ablaufenlassen und Ausdrücken befreite saure Milch) durcheinander, bis die Masse flüssig ist, treibt sie sodann durch ein Haarsieb, giesst — da sie während des Durchlaufens sich verdickt — absatzweise abgerahmte süsse Milch hinzu, bis sie vollständig durchgegangen ist, und verdünnt nötigenfalls noch mit Milch. Beliebige Farben werden hier wie bei dem Milchanstrich hervorgebracht. Nachdem das Holzwerk mit Leimwasser gegründet worden ist (was man aber auch unterlassen kann), werden drei bis sechs Anstriche mit dieser Käsefarbe gegeben; nach dem Trocknen des letzten Anstriches kann demselben durch Reiben mit einem wollenen Lappen ein ziemlicher Glanz erteilt werden. Für das Innere von Bücherschränken u. dgl. ist die Käsefarbe zu empfehlen.

b. Anstreichen mit Ölfarben. Die Farbstoffe hierzu sind: Bleiweiss, Zinkweiss (Zinkoxyd), Permanentweiss (d. i. auf nassem Wege bereiteter schwefelsaurer Baryt), Mineralgelb, Chromgelb, Schüttgelb, Ocher, Terra di Siena, Umbra, Kolkothar, Mennige, Braunstein, Berliner-

[1]) Vergl. D. p. J. 1876, **219**, 373.

blau, Indig, Ultramarin, Grünspan, Schweinfurter Grün, Bremergrün, Grüner Zinnober (auch Chromgrün genannt, ein Gemenge von Chromgelb und Berlinerblau), Beinschwarz, Frankfurter Schwarz u. s. w. Man reibt die Farben mit Ölfirnis auf dem Steine (oder in einer Reibmaschine) ab, und setzt dann von demselben Firnisse noch so viel zu, als zur gehörigen Flüssigkeit erforderlich ist. Der Ölfirnis wird aus einem trocknenden fetten Öle durch drei- bis vierstündiges gelindes Kochen mit einem Zusatze von Bleiglätte (60 bis 120 *g* auf 1 *kg* Öl) dargestellt, indem das so zubereitete Öl dickflüssiger wird und die Eigenschaft erhält, weit schneller als im natürlichen Zustande zu einer zähen, harzartigen Masse zu oxydieren, wenn es in dünnen Lagen der Einwirkung der Luft unterworfen wird.

Am gewöhnlichsten bedient man sich des Leinöls; Nussöl oder Mohnöl ist aber für die Anwendung zu hellen Farben vorzuziehen, weil diese beiden Öle weniger gefärbt sind, als das Leinöl. Doch muss man auch, um einen möglichst hellen Firnis zu erhalten, das Öl nicht ganz bis zum Sieden, sondern etwas weniger, und dafür länger, erhitzen.

Die trocknende Eigenschaft des Ölfirnisses wird nicht nur durch Bleiglätte, sondern auch durch Mennige, Bleiweiss, Bleizucker, Zinkvitriol hervorgebracht, weshalb man oft einige dieser Stoffe nebst der Bleiglätte (oder auch wohl statt derselben) zusetzt, sowie man dieselben beim Anreiben der Farben beimischen kann. Auch Kochen mit gepulvertem Braunstein (10% vom Gewichte des Öles) macht das Leinöl trocknend; es ist gut, sich dieses Verfahrens zu bedienen, wenn man weissen Anstrich mit Zinkweiss herstellen will, weil dieses alsdann sich auch unter Einwirkung von Schwefelwasserstoff vollkommen weiss erhält. Besonders wirksam ist das borsaure Manganoxydul, welches man in der nötigen Reinheit erhält, wenn man Chlormangan durch Kochen von Braunstein mit Salzsäure bereitet, durch Sodalösung das Eisen ausfällt (bis eine Probe der Flüssigkeit mit Schwefelammonium einen rein fleischroten Niederschlag giebt), nun filtert und heiss mit ebenfalls heisser Boraxlösung versetzt, den kaffeebraunen Niederschlag auswäscht und trocknet. 2000 Teile Leinöl mit 3 T. dieses borsauren Manganoxyduls (unter allmählichem Zusetzen des Öles) innig gemischt, dann eine Viertelstunde lang bis nicht ganz zum Kochen erhitzt, geben einen Firnis, welcher schneller trocknet als der mit Bleiglätte bereitete.

Am leichtesten ist ein guter Leinölfirnis auf folgende Weise darzustellen: Man übergiesst in einer Flasche 1 *kg* Bleizucker mit 5 *kg* Regenwasser und setzt, wenn die Auflösung vollendet ist, 1 *kg* sehr fein verriebener Bleiglätte zu; durch Stehen an einem warmen Orte und häufiges Umschütteln befördert man die Auflösung der Glätte: sie ist als vollendet anzusehen, wenn keine Flittern mehr zu bemerken sind. Es entsteht hierbei ein weisser Bodensatz, den man nicht abzusondern braucht. Die Flüssigkeit wird nun mit einem gleichen Masse Regenwasser verdünnt und nach und nach unter häufigem Umschütteln zu 20 *kg* Leinöl gegossen, in welchem man vorher 1 *kg* sehr fein zerriebener Bleiglätte auf das sorgfältigste verteilt hat. Wenn man die Berührung der Bleiauflösung mit dem Öle durch öfteres Umschütteln drei- oder viermal erneuert und das Gemenge alsdann an einem warmen Orte sich klären lässt, so findet man zuletzt den klaren weingelben Firnis über der wässerigen Flüssigkeit schwimmend, in welcher letzteren eine grosse Menge weissen Schlammes abgeschieden ist. Diese Flüssigkeit kann, gefiltert, zu neuer Firnisbereitung ohne weiteres wieder gebraucht werden, denn sie enthält die ganze unveränderte Menge des Bleizuckers aufgelöst, und bedarf nur abermals des oben angegebenen Zusatzes von Bleiglätte. Der Firnis kann mittels Filterns durch grobes Löschpapier oder Baumwolle völlig geklärt und durch Aussetzen ans Sonnenlicht (in einer weissen gläsernen Flasche) gebleicht werden.

Terpentinöl, unter die angemachten Ölfarben eingerührt oder sogleich dem Firnisse zugesetzt, bewirkt eine grössere Dünnflüssigkeit und erleichtert dadurch das Aufstreichen, verzögert aber etwas das vollständige Trocknen. Um schnell trocknende Ölfarben darzustellen, setzt man dem dazu benutzten Firnisse mehr oder weniger eines sehr starken, eigens für diesen Zweck bereiteten Ölfirnisses zu, welcher unter der Benennung Siccatif oder Trockenöl vorkommt. Um das Trockenöl zu bereiten, kocht man 6 *kg* Leinöl mit 2 *kg* Bleiglätte, 1 *kg* Mennige, 1 *kg* Umbra, 500 *g* Talk — sämtlich in feingepulvertem Zustande — gelinde aber sehr anhaltend, und mischt nach dem Erkalten 8 *kg* Terpentinöl darunter. Nach einer andern sehr gerühmten Vorschrift sind 25 *kg* Leinöl mit 2 *kg* Bleiweiss, 3 *kg* Bleiglätte, 3 *kg* Bleizucker, 3 *kg* Mennige 8 bis 10 Stunden langsam zu kochen, nach dem Abnehmen vom Feuer und einigem Abkühlen 40 *kg* Terpentinöl zuzusetzen; nach einigen Tagen ruhigen Stehens wird dann das Klare durch Abgiessen von dem Bodensatze getrennt, welcher letztere nur zu dunklen Farben brauchbar ist. Um den Ölfarben eine grössere Zähigkeit und Haltbarkeit zu geben, kann man sich einer Auflösung von Federharz (Kautschuk) in Steinöl oder Terpentinöl bedienen, welche man mit dem Firnisse vermischt. — Auch der Thran ist zu groben Farben-Anstrichen tauglich, wenn man ihn in einem eisernen Topfe bei schwachem Feuer kocht, abschäumt, mit einer kleinen Menge Bleiglätte versetzt, einige Minuten lang umrührt, dann erkalten lässt, und statt Ölfirnis (besser mit diesem vermischt) gebraucht.

Das Verfahren beim Anstreichen mit Ölfarben unterscheidet sich in wenigen Umständen von dem mit Leimfarben. Das Gründen, Grundieren geschieht hier mit Bleiweiss, in viel Ölfirnis abgerieben; nur bei geringen, nicht der Feuchtigkeit ausgesetzten Gegenständen darf man, der Wohlfeilheit wegen, mit Leimfarbe grundieren. Den Grund ungerechnet, pflegt man drei Anstriche zu geben, wobei es angeht — im Falle, dass die erforderliche Farbe teuer ist — diese nur zum letzten Anstriche, zum ersten und zweiten dagegen eine wohlfeile (möglichst ähnliche und jedenfalls hellere) Farbe zu gebrauchen. Das Aufstreichen der Ölfarben wird jederzeit kalt verrichtet, und wenn eine Verdünnung nötig ist, bewirkt man diese durch etwas Terpentinöl. Da die Ölfarben weit langsamer trocknen als die Leimfarben, so muss zwischen je zwei aufeinander folgenden Anstrichen ein Zeitraum von wenigstens 48 Stunden (womöglich ein paar Wochen) verfliessen. Die völlige Erhärtung der Anstriche erfolgt erst nach längerer Zeit und wird durch warme trockene Luft, sowie durch einen beständigen Luftzug sehr befördert.

Für das Gründen werden auch folgende Flüssigkeiten empfohlen: 10 Teile geschlagenes Blut werden mit 1 Teile zerfallenem Kalk gemischt; nach längerem Ruhen des Gemisches entfernt man die an die Oberfläche gestiegenen Unreinigkeiten, sticht die feste Masse von dem kalkigen Boden ab, rührt diesen mit Wasser auf, lässt absetzen und giesst die klare Flüssigkeit zur genannten festen Masse, welche man 10 bis 12 Tage stehen lässt, nachdem man vorher eine Lösung von übermangansaurem Kalium hinzugefügt hat. Die Mischung wird mit Wasser auf den Flüssigkeitsgrad dünnen Leimwassers gebracht und so verwendet.[1]) — 100 Teile ungekochtes Blut, 10 Teile ausgebrühter Leinsamen, 190 Teile Wasser und 10 Teile Kaliumchromat werden gemischt; 275 Teilen dieses Gemisches werden als Ersatz des Leinöles hinzugefügt: 75 Teile Erdöl, 20 Teile Steinöl, 1 Teil Braunstein, 1 Teil Salzsäure und 3 Teile Harz.[2])

Durch Malerei auf Holz mittels Öl- oder Leimfarben, oft mit den nur in Wasser oder Bier angeriebenen Farbstoffen, ahmt man, nachdem ein einfarbiger

---

[1]) D. p. J. 1882, **245**, 144.
[2]) D. p. J. 1884, **253**, 480.

Öl-Anstrich vorhergegangen ist, sehr täuschend das eigentümliche Gefüge, die Maserung der teueren Holzarten, ferner das Ansehen des Lasursteins, Malachits, Schildpats, der eingelegten Arbeit u. s. w. nach. Anweisungen zu einem solchen rein auf Erfahrung, Handgeschicklichkeit, guten Blick und Geschmack des Arbeiters gegründeten Verfahren können schriftlich nicht gegeben werden. Ein mechanisches Hilfsmittel zu treuer Nachahmung der Holzmaserung sind Walzen aus Guttapercha oder mit sämisch-garem Büffelleder überzogen, mit entsprechenden Erhabenheiten, welche man über den gleichförmig aufgetragenen und noch ganz frischen Anstrich hinrollt, wobei sie die Farbe an bestimmten Stellen teilweise wegnehmen.[1]) Es ist hier eines nützlichen Verfahrens zu gedenken, durch welches nicht allein irgend welche Holzmaserung, sondern auch andere Zeichnungen auf Holz übetragen werden. Schwarze oder farbige Drucke, auf mit Stärkekleisteranstrich versehenem Papier werden gut angefeuchtet, mit der Bildseite auf die vorher gefirnisste Holzseite gelegt und sodann das Papier abgezogen, während das betreffende Bild am Holz haftet. Man nennt das betreffende Verfahren Abziehen und das betreffende bedruckte Papier Abziehpapier. Die Malerei wird jedenfalls mit Firnis gedeckt.

Ölfarben-Anstriche (oft schlechthin Ölanstriche genannt) besitzen einen gewissen Glanz (welcher durch einen schliesslich gegebenen Überzug mt Kopalfirnis noch sehr erhöht werden kann, besonders wenn vor dem Firnissen die gehörig trockene Farbe mit feinem Sandpapier glattgeschliffen wird), widerstehen der Feuchtigkeit und lassen sich, vollkommen ausgetrocknet, nicht bloss mit Wasser, sondern sogar mit Seife (wenn nur starke Reibung vermieden wird) abwaschen.

Den allgemein üblichen perlgrauen Ölanstrich reinigt man am schnellsten und gänzlich ohne Gefahr einer Beschädigung, indem man ihn mittels eines Schwammes mit sehr verdünntem Salmiakgeist überwischt, sogleich mit reinem Wasser nachspült und abtrocknet. Alten Ölfarbe-Anstrich vom Holze zu entfernen ist das einfachste Mittel: Überstreichen mit Schmierseife (grüner Seife); wenn man dann nach 12 bis 24 Stunden mit Wasser abwäscht, so geht nebst der Seife auch die Farbe weg. Schneller wird der Zweck erreicht, wenn man in 5 bis 6 Esslöffel Milch eine Messerspitze voll Pottasche auflöst und damit den Gegenstand überstreicht; schon nach ein paar Stunden wird die Ölfarbe so erweicht, dass sie sich — solange der Anstrich noch feucht ist — mit leichter Mühe abwischen lässt.

Als Stellvertreter der Ölfarben sind schnell trocknende, dem Wasser widerstehende glänzende Farben empfohlen worden, deren Bereitung in folgendem besteht: Man lässt venetianischen Terpentin über Feuer gelinde schmelzen, nimmt ihn — wenn er zu einer gleichförmigen Flüssigkeit zergangen ist — heraus auf den erwärmten Reibstein, reibt ihn mit den trockenen Farbstoffen zusammen (welche vorher mit Wasser zu zartem Pulver gerieben und wieder getrocknet wurden), und verdünnt diesen Brei in einer Flasche mit Weingeist bis zu dem zum Aufstreichen geeigneten Flüssigkeitsgrade. Wenn man die Farben im Sommer gebraucht, so kann man dem Terpentin beim Schmelzen ein Sechstel Leinölfirnis zusetzen, wodurch die Anstriche mehr Haltbarkeit und mehr Ähnlichkeit mit Ölfarbe erlangen. — Eine durch Kochen bereitete gesättigte Auflösung von Kolophonium oder Schellack in (nicht ätzender) Sodalauge lässt sich mit vielerlei Erdfarben vermischen und liefert dann brauchbare, namentlich geruchlose und schnell trocknende Anstriche, welche oft die Ölfarbenanstriche vertreten können.

c. Wasserabhaltende Anstriche für grosse im Freien stehende Gegenstände. Die zu solchen Anstrichen angewendeten Stoffe sind sehr verschieden, wie es das geforderte Ansehen der Gegenstände, verbunden mit der Rücksicht auf Wohlfeilheit, verlangt.

---

[1]) Vergl. auch D. p. J. 1881, **240**, 84, **242**, 148 m. Abb.

Hierher gehört das Sanden, wobei man das Holz mit dickem Leinölfirnis (oder starker Ölfarbe) überzieht, dann mit feinem scharfen Sande bewirft, nach dem völligen Trocknen den nicht angeklebten Teil des Sandes wegreibt, und diese Behandlung wiederholt. Es entsteht auf diese Weise ein dem Sandstein ähnliches Ansehen. Statt mit Leinölfirnis kann hier die Gründung auch mit Holz- oder Steinkohlenteer verrichtet werden.

Einen anderen der Witterung gut widerstehenden Anstrich giebt Leinölfirnis mit 3 Teilen an der Luft zerfallenem Kalk, 2 Teilen gesiebter Holzasche und 1 Teil feinem Sande. Die Masse wird zweimal aufgetragen: das erste Mal dünn, das zweite Mal aber so dick, als mittels des Pinsels geschehen kann.

Empfohlen wird ferner: 3 *kg* Kolophonium mit 1 *kg* Schwefel und 96 *kg* Thran zusammengeschmolzen, die Mischung mit Ocker oder einer andern Farbe, in Leinölfirnis angerieben, versetzt. Zweimal heiss (das erste Mal so dünn als möglich) aufgetragen.

Folgende zwei in Russland zum Anstreichen hölzerner Dächer gebräuchliche Mischungen haben sich auch anderwärts vollkommen bewährt: 1) Man löst in 200 *kg* Wasser durch Kochen $5^1/_4$ *kg* Eisenvitriol auf, schüttet 4 *kg* feingepulvertes weisses Harz hinein und rührt so lange um, bis das Harz auf dem Wasser schwimmt und zähe wird. Sodann setzt man zu dieser stets kochenden Mischung, unter fortwährendem Rühren, nach und nach in kleinen Mengen 20 *kg* durchgesiebtes Braunrot (oder, zu grüner Farbe, 10 *kg* Grünspan), 16 *kg* Roggenmehl und endlich noch $12^1/_2$ *kg* Lein- oder Hanföl. Das Umrühren wird so lange fortgesetzt, bis keine Ölpünktchen mehr auf der Oberfläche sichtbar sind. Die Mischung wird am besten frisch bereitet angewendet, und (zweimal) heiss auf das nicht weiter vorbereitete Holz, bei warmer trockener Witterung, aufgestrichen. Sie widersteht, nachdem der Anstrich einige Tage zum Trocknen Zeit gehabt hat, vollkommen der Nässe. — 2) Nachdem in 85 *kg* kochenden Wassers $3^1/_4$ *kg* Eisenvitriol aufgelöst sind, setzt man dieser Flüssigkeit allmählich 16 *kg* Braunrot und nachher 4 bis 5 *kg* Roggenmehl unter stetem Umrühren zu. Gleichzeitig macht man in einem andern Gefässe 15 *kg* Thran (oder statt dessen Leinöl) heiss, und löst darin $2^1/_2$ *kg* feingestossenes weisses Harz auf. Diese Flüssigkeit vermischt man mit der ersten, worauf das Ganze gut zusammengerührt und so lange über gelindem Feuer gekocht wird, bis die verschiedenen Stoffe sich völlig miteinander verbunden haben. Gebrauch und Nutzen sind wie bei der vorigen Mischung.

In Schweden bedient man sich als eines im Wetter sehr haltbaren Holzanstriches folgender Zubereitung: 3 *kg* Kolophonium werden bei Erwärmung in 20 *kg* Thran aufgelöst, daneben 10 *kg* Roggenmehl mit 30 *kg* kalten Wassers angerührt und 4 *kg* Zinkvitriol in 90 *kg* kochenden Wassers gelöst; dann rührt man zunächst den Mehlbrei in die heisse Zinkvitriolauflösung sorgsam ein, setzt ferner den Thran mit dem Kolophonium zu und mengt alles auf das vollkommenste. Zur Färbung setzt man Braunrot oder andere Erdfarben zu.

Das einfachste und daher ein sehr oft angewendetes Mittel, um die Nässe von Holzwerk abzuhalten, ist der Teer-Anstrich, nämlich Erdteer-, Holzteer-, besonders aber Steinkohlenteer-Anstrich. Man trägt den Teer siedendheiss mit einem Pinsel so lange dem Holz auf, bis er nicht mehr eingesogen wird. Bei dem letzten Anstriche kann Pech und Ziegelmehl nebst soviel Terpentinöl, als zur nötigen Flüssigkeit der Mischung erforderlich ist, zugesetzt werden. Holzteer trocknet schwieriger als Steinkohlenteer und kann zu dieser Verwendung dadurch brauchbarer gemacht

werden, dass man ihn in erhitztem Zustande mit gepulverter Bleiglätte versetzt, um die im Teer enthaltene Essigsäure zu binden.

Ein guter Teeranstrich wird aus einem Gemisch von 8 Teilen Steinkohlenteer, 1 Teil Terpentinöl, 2 Teilen gepulvertem gebrannten Kalk erhalten, welches man dreimal aufträgt und die letzte Schicht mit feinem Sande bestreut.

d. Gegen Feuer sichernde Anstriche. Feuerabhaltende Anstriche, welche das Holzwerk in Gebäuden vor der Einwirkung des Feuers dergestalt zu schützen vermögen, dass dasselbe die Fähigkeit verliert, in Flamme auszubrechen und eine Feuersbrunst weiter fortzupflanzen, wirken auf zweierlei Weise: nämlich teils dadurch, dass sie das Holz mit einem an sich unverbrennlichen, die Wärme schlecht leitenden, in der Hitze nicht abfallenden Überzuge versehen; teils dadurch, dass sie die Poren des Holzes mit einem unverbrennlichen Stoff ausfüllen, welcher den Zusammenhang der verbrennlichen Teile unterbricht, und zugleich als schlechter Wärmeleiter die Fortpflanzung der Hitze in einem gewissen Grade erschwert.

Schon ein einfacher Anstrich von Kalkmilch (gebranntem Kalk mit Wasser zur milchartigen Flüssigkeit gelöscht) macht das Holz etwas weniger entzündlich. Besser wird der Zweck erreicht, wenn man das Holz mit einer gesättigten Auflösung von Pottasche in Wasser bestreicht, dann eben diese Auflösung mit Lehm zur Dicke einer gewöhnlichen Leimfarbe anrührt, als Bindemittel etwas gekochten Mehlkleister zusetzt, und diese Masse in drei oder vier Lagen aufstreicht. Ähnliche Wirkung leistet ein Gemenge aus Hammerschlag und Ziegelmehl, welches mit Leimwasser, worin so viel als möglich Alaun aufgelöst ist, angemacht und ungefähr 4 *mm* dick auf das Holz gestrichen wird.

In Fällen, wo das Holzwerk sichtbar ist und der Schönheit wegen, oder aus anderen Gründen, ein dicker Überzug desselben nicht angewendet werden kann, bedient man sich vorteilhaft des Wasserglases. Unter diesem Namen versteht man eine Verbindung von Kieselerde mit Kali oder Natron, welche durch Schmelzen eines Gemenges von 3 Teilen gepochtem Quarz oder thonfreiem Kieselsand und 2 Teilen guter Pottasche oder Soda bereitet wird. Es entsteht eine glasartige in kaltem Wasser fast gar nicht auflösliche Masse, welche mit einem eisernen Löffel aus dem Schmelztiegel geschöpft, nach dem Erkalten gepulvert, und allmählich in das vier- bis fünffache Gewicht kochenden Wassers unter Umrühren eingetragen wird; worauf man das Kochen fortsetzt, bis sich nichts mehr auflöst und die Flüssigkeit einem dünnen Sirup gleicht. Wenn nach dem Erkalten die unaufgelösten Teile sich zu Boden gesetzt haben, giesst man die Flüssigkeit ab und bewahrt sie zum Gebrauche. Sie ist etwas klebrig und trüb, lässt sich mit reinem Wasser verdünnen und bildet auf Holz gestrichen, indem sie schnell trocknet, einen firnisartigen Überzug, der sich durch die Einwirkung der Luft nicht verändert, in kaltem Wasser nur sehr langsam aufgelöst wird, und dem Feuer genugsam widersteht, um die bestrichenen Gegenstände einige Zeit vor dem Anbrennen zu schützen. Um Holzwerk mit diesem Überzuge zu versehen, muss man dasselbe fünf- oder sechsmal mit der Auflösung des Wasserglases anstreichen, und besonders das erste Mal dieselbe nicht zu stark anwenden, auch durch Reiben mit dem Pinsel das Eindringen befördern. Grössere Brauchbarkeit als feuerabhaltender Anstrich erhält das Wasserglas, wenn man seiner Auflösung ein erdiges Pulver (ein Gemenge aus Thon und Kreide, noch besser Knochenasche) beimengt; jedoch eignet es sich mit solchem Zusatze nur für gröberes Holzwerk, auf welchem ein einfacher Lehmanstrich weit weniger kostspielig und ungefähr ebenso wirksam ist.

Der sehr wirksame Anstrich mit wolframsaurem Natron ist im allgemeinen zu teuer; ebenso wirksam, aber billiger soll[1]) eine Anstrichmassse, welche durch

[1]) D. p. J. 1872, **203**, 482. Patera, Über Flammenschutzmittel, Wien 1871.

Mengen von 4 Teilen Borax mit 3 Teilen Bittersalz entsteht. Das Gemenge darf erst kurz vor seinem Gebrauch gebildet werden; es wird in 20 bis 30 Teilen warmen Wassers gelöst.

Anderseits[1]) wird eine heisse gesättigte Lösung von 3 Teilen Alaun und 1 Teil Eisenvitriol empfohlen, welche zweimal aufgetragen wird. Nach dem Trocknen des letzten Anstrichs fügt man einen dritten hinzu, für welchen man weissen Töpferthon, der bis zur Flüssigkeit gut streichbarer Wasserfarbe in verdünnte Eisenvitriollösung beigerührt ist, verwendet. — Man bestreicht das Holz auch wiederholt mit heissem Leimwasser, solange solches eingezogen wird. Bleibt eine Leimschicht auf der Holzoberfläche stehen, so streicht man stärkeren Leim auf und streut ein Pulver auf, welches aus einem sorgfältigen Gemisch von 1 Teile Schwefel, 1 Teile Ocker oder Thon und 6 Teilen Eisenvitriol besteht.

Es liegt in der Natur, dass eine das Holz völlig durchdringende Tränkung mit Metallsalzen die Verbrennlichkeit desselben in höherem Grade vermindert, als ein Anstrich oder nur oberflächliche Tränkung: in dieser Hinsicht empfehlen sich die Verfahren des Kyanisierens und Paynisierens, das Franks'sche u. s. w. (S. 581, 582) zur Herstellung feuersicherer Bauhölzer.

8. Bronzieren oder Verbronzen.

Bronzierte Gegenstände aus Holz sind von zweierlei Art: sie haben entweder die Bestimmung, die Antik-Bronze (S. 382) nachzuahmen, oder sie sollen eine matte, metallähnliche (gold-, silber-, kupferfarbige) Fläche darbieten, wie z. B. bei den glatten Feldern und manchen Verzierungen in Spiegelrahmen, auch manchen kleineren Artikeln verschiedener Gattung.

Um Holzarbeiten, z. B. vom Bildhauer verfertigte Verzierungen an Möbeln, grün zu bronzieren, beobachtet man im wesentlichen das (S. 447) für Eisen, Zinn u. s. w. beschriebene Verfahren. Nachdem die grüne Ölfarbe zweimal aufgestrichen ist, setzt man eine Lage von reinem Leinölfirnis darüber; reibt mittels der mit eben solchem Firnisse benetzten Fingerspitze eine geringe Menge geriebenen Metallgoldes auf die hervorragendsten Stellen der Arbeit, wodurch das abgescheuerte Ansehen der echten Antik-Bronzen nachgeahmt wird, und überzieht schliesslich das Ganze mit einem weingeistigen Sandarachfirnisse (S. 739), welcher den nassen Glanz des Ölfirnisses dämpft.

Bei Herstellung einer gänzlich metallfarbigen Verbronzung wird auf folgende Weise zu Werke gegangen: Man überstreicht das Arbeitsstück zuerst dreimal mit einer starken aus Kreide und Leimwasser bereiteten Farbe, welche hierauf nach vollständigem Trocknen mittels Glaspapier (S. 718) glattgeschliffen wird. Hat man sodann durch Abstäuben mit einem trockenen straffen Haarpinsel alles lose anhängende Kreidepulver entfernt, so wird ein neuer Anstrich von reinem Leimwasser und nach dessen Trocknung noch einer, jedoch mit etwas stärkerem Leim gegeben. Während letzterer noch nass ist, trägt man das Bronzepulver (echtes oder unechtes Gold oder Silber in höchst fein zerriebenem Zustande, S. 203) vermittels eines weichen Haarpinsels auf. Sehr zweckmässig ist, dem letzten Leimanstriche, auf welchem unmittelbar das Metallpulver an-

[1]) D. p. J. 1872, **205**, 278.

gebracht wird, ein wenig Ocker oder dunkles Chromgelb zuzusetzen, sofern man Goldbronze darstellt; oder Bleiweiss mit äusserst wenig Kienruss für die Silberbronze. Auch kann man einen derartigen farbigen Anstrich trocknen lassen, dann nur mit Leimwasser streichen, und hiernach sogleich die Bronze auftragen. Will man einzelne hervorragende Stellen glänzend haben, so poliert man sie mit einem Poliersteine (Achat, S. 394).

9. Firnissen und Lackieren (vergl. S. 440).

A. Der Weingeist- und Terpentin-Firnisse, die mit einem weichen Haarpinsel aufgestrichen werden, bedient man sich oft zum Überziehen kleiner Holzwaren, aber auch solcher grösserer Gegenstände, deren unebene Oberfläche die Anwendung des Polierens (S. 726) nicht gestattet. Dieses ist z. B. bei Schnitzwerk u. dgl. der Fall. Da ein aufgestrichener Firnis nie den spiegelnden Glanz erhält, welcher der durch einen Ballen aufgetragenen Politur eigen ist, so hat letztere überall, wo sie anwendbar ist, den Vorzug, und an polierten Möbeln, welche mit gefirnistem Schnitzwerk verziert sind, fällt der grosse Unterschied beider Arten von Glanz gewöhnlich sehr in die Augen.

Gute, für Holzarbeiten geeignete Firnisse sind folgende:

Sandarach-Firnis: 10 Teile Sandarach, 3 Teile venetianischer Terpentin, 32 Teile Weingeist; oder: 8 Sandarach, 2 Mastix, 3 venet. Terpentin, 32 Weingeist.

Mastix-Firnis: 6 Mastix, 3 Sandarach, 3 venetianischer Terpentin, 32 Weingeist.

Schellack-Firnis: 4 Schellack, 2 Sandarach, 1 Mastix, 30 Weingeist; oder: 8 Schellack, 2 Sandarach, 1 venet. Terpentin, 50 Weingeist; oder: 6 hellgelber Schellack, 4 Sandarach, 4 weisses Kolophon, 1 Kampher, 48 Weingeist.

Rotbrauner Schellack-Firnis für Violinen u. dgl.: 16 Schellack, 32 Sandarach, 8 Mastix, 8 Elemi, 16 venet. Terpentin, 4 Drachenblut, 1 Orlean, 256 Weingeist.

Goldfirnis, um versilberter Holzware das Ansehen einer Vergoldung zu erteilen: 36 Teile Schellack in 60 Teilen, — 5 Mastix in 10, — 3 Sandarach in 10, — 5 Gummigutt in 10, — 1 Drachenblut in 2, — 3 Sandelholz in 10, — 3 Terpentin in 6 Teilen starken Weingeistes aufgelöst; sämtliche Lösungen bei gelinder Wärme zusammengemischt.

Farbloser Kopalfirnis: 6 Teile westindischer Kopal (wovon man die grössten und hellsten Stücke aussuchen muss) werden mit einem Gemisch aus 6 Teilen 98% Weingeist, 10 Teilen Schwefeläther, 4 Teilen gereinigtem Terpentinöl übergossen und gelinde erwärmt. (Mitunter finden sich im Kopal Stücke, welche nur gallertartig anschwellen ohne sich aufzulösen, wodurch der Firnis verdorben wird. Es ist daher gut, jedes Stück Kopal vorläufig zu prüfen, indem man ein davon abgeschlagenes Splitterchen in einer gläsernen Probierröhre mit ein wenig von der vorstehenden gemischten Flüssigkeit erwärmt; hat es sich nach einigen Minuten vollständig aufgelöst, so darf das Stück Kopal unbedenklich angewendet werden).

Kopalfirnis mit Mastix und Sandarach: 8 Teile heller Kopal werden geschmolzen, 8 Teile Sandarach, 4 Teile Mastix und 6 Teile Glaspulver beigefügt, vom Feuer genommen, 26 Teile starker Weingeist erwärmt dazu gegossen, das Ganze in eine gläserne Flasche gegeben. Nach gehörigem Umschütteln ferner 2 Teile geschmolzener venetianischer Terpentin zugesetzt, die Flasche mit nasser Blase zugebunden, eine Stecknadel durch die Blase gestochen, im

Sand- oder Wasserbade eine gelinde Wärme bis zu erfolgter Auflösung unterhalten, schliesslich gefiltert.

Terpentinfirnis mit Mastix und Sandarach: 6 Teile Mastix, 3 Teile Sandarach, 30 Teile Terpentinöl.

Terpentinfirnis mit Kopal, für Gegenstände, die beim Gebrauche viel angegriffen werden: es werden 4 Teile Kopal mit 1 Teil venetianischen Terpentins bei gelinder Hitze geschmolzen, nach dem Erkalten gepulvert, und in 27 bis 30 Teilen erwärmten Terpentinöles aufgelöst.

Das mit einem Weingeist- oder Terpentinfirnisse zu überziehende Holz wird vorher mit Bimsstein und Wasser oder mit Glaspapier, Sandpapier geschliffen, dann mit heissem Leimwasser (statt dessen man im Notfalle kaltes dünnes Gummiwasser anwenden kann) überstrichen und nach dem Trocknen wieder mit Sand- oder Glaspapier abgerieben, damit von dem Leime (dessen Zweck nur ist, die Poren auszufüllen und das Einsaugen des Firnisses zu verhindern) nichts auf der Oberfläche sitzen bleibt. Da man, um farbige Flächen darzustellen, so leicht durch Beizen des Holzes zum Ziele kommt, so werden die Firnisse selbst in der Regel nicht gefärbt.

Auf gefirnisten Gegenständen aus weissen, feinfaserigen Holzgattungen (Linde, Ahorn u. s. w.) werden oft Kupferstiche oder Steindrücke abgezogen. Nachdem das Holz drei oder vier Anstriche mit einem weingeistigen Sandarach-Firnisse (S. 739) oder einem ähnlichen Terpentinölfirnisse (z. B. aus 4 Teilen Sandarach, 6 Teilen venetianischem Terpentin, 18 Teilen Terpentinöl) erhalten hat, wird der durch Benetzen mit warmem Wasser ganz erweichte, aber zwischen Löschpapier wieder gelinde ausgepresste, dann auf der bedruckten Seite ebenfalls mit dem Firnis bestrichene Kupferstich oder Steindruck auf das vom letzten Anstriche noch klebrige Holz gelegt und mit Baumwolle gut angedrückt. Durch das Trocknen des Firnisses klebt er hier an, sodass die fette Farbe des Druckes sich innig mit dem Firnisse vereinigt, das Papier aber (zuerst mit einem nassen wollenen Läppchen, dann mit der schwach in Leinöl getauchten Fingerspitze) vorsichtig bis auf ein zartes Häutchen weggerieben werden kann. Man lässt dann das Ganze vollkommen trocken werden: setzt einen Anstrich von weingeistigem Sandarach-Firnis darüber; schleift diesen, wenn er trocken ist und die beim Firnissen von selbst losgegangenen Reste des Papieres entfernt sind, mit etwas Leinölfirnis und einem von der harten Kruste befreiten Stücke Sepia (oder mit Schachtelhalm, den man 4 Tage lang in Baumöl eingeweicht hat), nimmt das Öl durch Abtrocknen mit grauem Löschpapier völlig wieder weg, und streicht endlich noch ein- oder zweimal den nämlichen Firnis auf. — Wenn das zu den Kupferstichen oder Steindruckbildern angewendete dünne Papier vorläufig mit im Wasser aufgelöstem Gummigutt bestrichen und nach dem Trocknen dieses Anstriches die angestrichene Seite bedruckt wird, so löst sich nach dem Übertragen das Papier so leicht von der gefirnisten Fläche, dass man es als zusammenhängendes Blatt vollständig abziehen kann.

Man kann Kupferstiche auch so auf Holz übertragen, dass sie nicht wie im vorstehenden Falle verkehrt, sondern in ihrer ursprünglichen Stellung erscheinen (was besonders bei Gegenständen mit Schrift wesentlich ist). Man bestreicht ein auf ein Brettchen gespanntes Blatt starken Zeichenpapieres drei- oder viermal mit Leimwasser, dann mehrmals mit Firnis, überträgt auf letzteren nach obiger Weise den Kupferstich, schneidet das Papier vom Brettchen ab, legt dasselbe auf das durch Firnis-Anstriche wie sonst vorbereitete Holz, damit der Druck fest anklebt, wäscht mit einem Schwamm und warmem Wasser das Papier und den Leim weg, schleift den dadurch entblössten Firnis mit Sepia, und giebt durch einen letzten Anstrich den Glanz.

B. Das Lackieren des Holzes (wie es z. B. bei den Kutschenkästen, kleinen Möbeln u. s. w. angewendet wird) stimmt in den wesent-

lichen Punkten grösstenteils mit dem Lackieren der Metalle (S. 443) überein. Das mit Bimsstein geschliffene Holz wird mit heiss aufgestrichenem Leinölfirnis, welchem etwas Bleiweiss und Umbra (von jedem ungefähr 30 *g* auf 1 *kg* Firnis) zugesetzt ist, getränkt; dann zwei- bis viermal mit einer aus dickem Bernsteinfirnis, Bleiweiss, Mennige und Umbra gemischten Grundfarbe überzogen, welche man nach dem gänzlichen Trocknen der letzten Lage mit Bimssteinpulver, Hutfilz und Wasser glattschleift. Nun folgen mehrere (nach Umständen 3 bis 10 oder 12) Anstriche mit der in Bernstein- oder Kopalfirnis angemachten Hauptfarbe, worauf wieder mit geschlemmtem Bimsstein geschliffen wird. Der vollkommene Glanz wird endlich durch 2 oder 3 Lagen von reinem Kopalfirnis gegeben, den man mit Bimsstein schleift, mit Tripel poliert und mit Haarpuder abputzt. Häufig verfährt man auch auf die Weise, dass man über einem gewöhnlichen Ölfarben-Anstrich, z. B. aus Bleiweiss und Kienruss (welche der Fettgrund genannt wird) sechs-, achtmal und noch öfter einen aus gebrannter Gelberde, wenig Leinölfirnis und viel Terpentinöl zusammengesetzten mageren Grund (Schleifgrund) aufträgt; diesen nach dem völligen Trocknen der letzten Lage mit einem nassen Stücke Bimsstein glattschleift; einen Bleiweiss-Anstrich (mit Ölfirnis und Terpentinöl) folgen lässt; alle sichtbaren Grübchen und Risse mit einem Gemenge von Leinöl und Bleiweiss (Ölkitt) verkittet, und wieder mit Bimsstein schleift; dann zu wiederholten Malen die für den Gegenstand gewählte Farbe aufträgt, welche entweder mit Leinölfirnis angemacht und mit Terpentinöl verdünnt ist; endlich acht- bis zehnmal reinen Kopalfirnis aufsetzt, welcher nach jeder Lage (nur nicht nach der letzten) mit feinem Bimssteinpulver, Wassser und Wollenzeug geglättet (abgezogen) wird.

Überhaupt kommen in dem Verfahren beim Lackieren mancherlei Abweichungen vor. Über die zum Lackieren dienlichen Firnisse gilt im allgemeinen das (S. 443) angeführte; die Zusammensetzung derselben wird im einzelnen vielfältig abgeändert, sowohl was die Feinheit und Güte der Harze, als das Mengenverhältnis aller Zuthaten betrifft.

In die Lackierung feiner Möbel werden zuweilen aus kleinen dünnen Stückchen Perlenmutter, Messing- oder Argentanblech u. s. w. zusammengesetzte Verzierungen eingedrückt, welche nach dem Trocknen derselben darin festkleben und von dem zuletzt aufgesetzten klaren Kopalfirnis gedeckt aber nicht versteckt werden (eingelegte Arbeit). Statt der Perlenmutter kommen für diesen Zweck oft andere mit viel lebhafterem Farbenspiele prangende Konchylien in Anwendung, namentlich die Schiffskuttel oder das Perlboot, *Nautilus pompilius*, und das Meerohr, Seeohr, *Haliotis iris* (Irismuschel). Diese beiden zerteilt man in grössere oder kleinere sehr dünne Blättchen dadurch, dass man sie auf einem Roste über etwas lebhaftem Kohlenfeuer recht gleichmässig erhitzt, dann plötzlich in kalten Essig wirft. Die Einlegung mit diesen schönen Stoffen führt in Frankreich den Namen *nacré chinois*.

10. Vergolden und Versilbern.

Es geschieht mit Blattgold und Blattsilber (S. 200, 201); zuweilen wird statt des Silbers Aluminium oder Platin, zu ähnlichen dünnen Blättchen geschlagen, angewendet, welche zwar eine nicht ganz so schöne

Farbe, dagegen den Vorzug haben, durch schwefelwasserstoffhaltige Ausdünstungen nicht anzulaufen. Im folgenden wird allein das Vergolden beschrieben, mit welchem das Versilbern in den Verfahrungsarten übereinstimmt.

1) Ölvergoldung ist von zweierlei Art, nämlich:

a. Matte Ölvergoldung, inwendig sowohl als aussen an Gebäuden angewendet. — Man überstreicht das Holz, um alle Poren desselben zu verstopfen und eine dichte glatte Oberfläche zu erzeugen, recht gleichmässig und dünn drei- oder viermal mit Bleiweiss, welches in wenig Leinölfirnis angerieben und mit Terpentinöl verdünnt ist; trägt, nachdem der letzte Anstrich getrocknet ist, den Goldgrund in einer einzigen dünnen Schicht auf, und belegt diese vor dem gänzlichen Trocknen mit Goldblättchen, die mittels Baumwolle (in den Vertiefungen mittels eines Iltispinsels) gut angedrückt werden, damit sie festkleben. Der Goldgrund ist eine dicke, schnell trocknende Ölfarbe aus altem starken Leinölfirnis und Ocker; man kann aber auch die alten, zäh gewordenen Reste verschiedener Ölfarben aus den Farbetöpfen der Anstreicher gebrauchen, indem man dieselben zusammenreibt und durch Leinwand filtert. Nach dem Trocknen hält der Goldgrund das Gold so fest, dass es selbst im Freien keines schützenden Überzuges bedarf; die Vergoldung erhält aber keinen Glanz, weil es ihr an einer hinreichend glatten Unterlage fehlt. Gegenstände, welche dem Anfassen ausgesetzt sind (wie Treppengeländer u. s. w.) überzieht man mit einem Weingeistfirnisse und dann mit fettem Kopalfirnis.

b. Glanz-Öl-Vergoldung für Kutschenbestandteile, Möbel u. dgl. — Man reibt 2 Teile Bleiweiss, 1 Teil gelben Ocker und ein wenig Bleiglätte abgesondert recht fein, macht sie zusammen mit Leinölfirnis an, verdünnt durch Terpentinöl, und giebt damit einen dünnen gleichförmigen Anstrich. Wenn dieser trocken ist, trägt man 10 bis 12mal (in feinen Vertiefungen weniger oft) Bleiweiss mit Ölfirnis (s. oben) auf, täglich nur einmal, damit jede Lage Zeit hat gehörig zu trocknen (am besten an der Sonne, Winters in einem warmen Zimmer). Nach der letzten Lage wird mit geschlemmtem Bimssteinpulver, Wasser und einem Stücke Wollenzeug geschliffen, um die Oberfläche ganz glatt zu machen, dann streicht man bei gelinder Wärme 4 bis 12mal mit einem Dachspinsel klaren Schellack-Firnis (S. 739) auf, der zuletzt mit Schachtelhalm geschliffen, mit geschlemmtem Tripel, Wasser und Wollenzeug glänzend poliert wird. Das nun folgende Vergolden muss in einem sehr warmen, staubfreien Zimmer vorgenommen werden, und wird auf die Weise verrichtet, dass man mit einer sehr weichen Bürste äusserst dünn den Goldgrund (s. oben) aufstreicht, die ganze Oberfläche mit Goldblättern bedeckt, diese teils mit Baumwolle, teils mit dem Dachspinsel andrückt, und nun mehrere Tage Zeit zum Trocknen lässt. Die Vollendung und der Glanz wird durch Firnissen gegeben. Man streicht nämlich einen Weingeist-Goldfirnis (S. 442), und darüber zwei oder drei Lagen hellen fetten Kopalfirnis (S. 443) auf, welchen letztern man mit Tripel und endlich mit Haarpuder auf die (S. 444) angegebene Weise poliert.

Goldlinien, welche auf Kutschenkästen u. s. w. in farbigem Grunde vorkommen, zieht man (ohne übrigens das Verfahren der Lackierung, S. 740, zu ändern, und nachdem alle Farbenanstriche gegeben sind) mit gelber Farbe, überfährt sie nach dem Trocknen mit Goldgrund, und legt das Blattgold auf. Dann folgen wie sonst die klaren Firnis-Überzüge.

2) Leim-Vergoldung, Wasser-Vergoldung, auch vorzugsweise Glanzvergoldung genannt, insofern das Gold bei derselben meist zu hohem Glanze poliert wird. Ist die am allgemeinsten gebräuchliche Art, namentlich bei Spiegel- und Bilderrahmen, Säulen, geschnitzten Verzierungen an Möbeln, u. s. w. — Das Holz wird zuerst mit heissem Leimwasser zweimal mittels eines steifen Borstenpinsels bestrichen, um dessen Poren zu verstopfen (Leimtränken); dann mit 8 bis 12 Lagen weisser Farbe aus Leim und geschlemmter Kreide überzogen, wobei man den Pinsel stossend oder tupfend führt, damit die einzelnen Schichten sich gut miteinander verbinden und nicht in der Folge abblättern. Dieser weisse Überzug (der Grund) wird warm aufgetragen und, wenn die letzte Schicht desselben ganz trocken ist, mit ganzem Bimsstein und sehr kaltem Wasser (im Sommer am besten Eiswasser) glattgeschliffen, wobei man im letzteren Falle stets nur einen kleinen Teil auf einmal nass macht, um den Leim nicht zu erweichen; dann rein abgewischt und noch mit feinem Sandpapier abgerieben. Schnitzwerk verliert in seinen feinen Teilen durch das Gründen die Schärfe, und muss deshalb mit Sorgfalt und grosser Vorsicht mittels der Bildhauer-Eisen nachgeschnitten werden (Reparieren), sodass die Reinheit des Bildes soviel möglich wieder hergestellt, aber doch keine Stelle von Grund entblösst wird. Dieses mühsame und oft sehr schwierige Verfahren, sowie die ganze bisher beschriebene Vorbereitung, fällt bei solchen Verzierungen weg, welche ganz aus mit Leim angemachtem Kreidepulver oder anderen Teigen (S. 693) in Formen verfertigt und mittels Leim an ihrem Platze befestigt werden, nachdem die glatten Flächen der Arbeit bereits geschliffen sind. Bei Rahmen befolgt man dieses Verfahren fast allgemein. Glatte gekehlte Leisten werden am schnellsten und vollkommensten repariert, indem man sie auf einer Maschine (Grundierbank) durch Zieheisen (S. 672) führt, welche den überflüssigen Teil des Grundes abschaben. Auf den Kreidegrund kommt, nachdem man denselben mit einer gelben Farbe aus dünnem Pergamentleim und wenig Ocker leicht überstrichen und diesen nach dem Trocknen mit feinem Sandpapier geglättet hat, ein dickerer, gelb oder rot gefärbter Anstrich, das Poliment, welches dem Golde als unmittelbare Unterlage zu dienen bestimmt ist.

Man bereitet das rote Poliment aus 8 Teilen rotem Bolus, 1 Teil Blutstein und 1 Teil Reissblei, welche erst einzeln mit Wasser feingerieben, dann mit ein wenig Baumöl vermengt und wieder gerieben, endlich in dünnem klaren Pergamentleim zerrührt werden. Oft wird es aus rotem Bolus, Seife, etwas Wachs, Eiweiss und Leimwasser zusammengesetzt; das gelbe Poliment aus Ocker und den eben genannten Stoffen, mit Ausnahme des Bolus. (Durch die Farbe des Polimentes soll nur jene des darüber liegenden Goldes gehoben werden; daher wendet man zur Versilberung ein weisses Poliment, aus weissem Bolus oder feingeschlemmtem Thon, Leimwasser, weissem Wachs, Seife, Walrat und Schweinfett bestehend, an.)

Man trägt das Poliment warm, und in drei oder vier Lagen, mit einer kleinen weichen Bürste auf; reibt es, völlig getrocknet, mit einem neuen, trocknen Leinentuche; legt die Goldblätter vorsichtig (nachdem voraus die Stelle mit kaltem Wasser oder Branntwein befeuchtet ist) auf, und drückt sie mit Haarpinseln von verschiedener Grösse an; poliert die Glanzstellen durch Reiben mit dem Blutsteine oder mit einem geschliffenen Achate oder Feuersteine (S. 394), und giebt den Teilen, welche keinen Glanz haben dürfen, die Matte oder Mattung durch leichtes Bestreichen mit schwachem, erwärmten Leimwasser. An Stellen, die eine besonders hohe Goldfarbe zeigen sollen, erreicht man diesen Zweck durch das Hellen, nämlich durch zartes und sehr vorsichtiges Bepinseln mit einer rotgelben Flüssigkeit (Helle), welche entweder durch Auflösen von Gummigutt und Drachenblut in Weingeist, oder durch Kochen von Orlean, Gummigutt, Drachenblut und Safran mit einer schwachen Pottasche-Auflösung bereitet wird.

Der im vorstehenden beschriebene Gang der Behandlung wird befolgt, wenn man feine und wertvolle Arbeit zu vergolden hat. Bei geringen Gegenständen kürzt man das Verfahren auf mancherlei Weise ab, giebt z. B. weniger Lagen des Grundes, unterlässt teilweise das Reparieren desselben, trägt das Poliment schwächer auf, und lässt den vorausgehenden gelben Anstrich ganz weg, giebt keine Helle, bestreicht grosse glatte Flächen, statt sie zu vergolden, mit in Leimwasser angeriebener gelber Bronze (S. 447) oder bronziert sie nach der S. 738 gegebenen Anweisung; u. s. w. Wenn zur Kostenersparung statt ganz echten Blattgoldes sogenanntes Zwischgold (S. 202) angewendet wird, muss die Vergoldung durch einen Firnis — z. B. aus 10 Sandarach, 1 Elemi, 1 Mastix, 20 Weingeist von 0,840 Einheitsgewicht — gegen Anlaufen geschützt werden. — Der Leim-Versilberung erteilt man oft durch Überziehen mit einem Goldfirnisse (S. 443, 739) bis zu hoher Täuschung das Ansehen einer Vergoldung, und die Mehrzahl der sogenannten Goldleisten und Goldrahmen[1]) wird auf diese Weise ohne Gold hergestellt.

II. Furnieren.

Einen aus Holz verfertigten Gegenstand furnieren heisst: denselben mit dünnen aufgeleimten Blättern von feineren und teueren Holzarten (Furniere, S. 603, 629) bekleiden. Durch dieses Verfahren werden mehrere Vorteile erreicht: a. Die Arbeiten erhalten ein geringeres Gewicht (weil ihr Hauptkörper aus weichen, leichten Holzarten verfertigt werden kann) und sind viel wohlfeiler, als solche aus vollem Holze. — b. Furnierte Gegenstände können, hinsichtlich der Zeichnung des Holzes, leicht ein viel schöneres Ansehen erhalten, als volle: teils weil bei ersteren eine grosse Freiheit in Auswahl und Anordnung der Zeichnung gestattet ist; teils weil bei letzteren oft grosse Holzstücke nötig sein würden, die mit schöner und gleichförmiger Zeichnung sehr schwer zu finden sind. — c. Man kann auch ziemlich kleine, schön gezeichnete Holzstücke (z. B. Maser), mit welchen sonst wenig anzufangen wäre, zu grossen Arbeiten nutzbar machen, indem man sie in Furniere zerschneidet.

[1]) Pöppinghausen, Die Fabrikation der Goldleisten, Weimar 1872.

Eine Hauptrücksicht bei dem Furnieren muss sein, aus den Blumen, Wolken, Flammen, Adern u. s. w. der einzelnen Furnierblätter eine geschmackvolle, symmetrische und sich mehr oder weniger oft wiederholende Zeichnung darzustellen. Hierzu ist nötig, dass man eine gewisse Anzahl gleicher (d. h. in der Zeichnung miteinander übereinstimmender) Blätter habe, dass man davon (falls die Umstände dies gestatten) nur die schönsten Teile auswähle und diese auf regelmässige Weise zusammenstelle. Beim Zerschneiden einer Bohle zu Furnieren können streng genommen nicht mehr als je zwei und zwei Blätter völlig gleich ausfallen, nämlich diejenigen, welche unmittelbar aufeinander folgen, und zwar die durch einen und denselben Sägen-, bezw. Messerschnitt entstandenen Flächen derselben; doch erhält man, wenn die Blätter sehr dünn geschnitten werden und die Bohle von einem starken Stamme herrührt, nicht selten 8 bis 10 einander sehr nahe gleichende Blätter. Jedenfalls müssen beim Schneiden der Furniere die Blätter in derselben Reihenfolge, in welcher sie fallen, wieder zusammengelegt werden, damit der Tischler die gleichen ohne Mühe herausfinden kann. — Die Anordnung der Furnierblätter auf einem Möbel kann in verschiedener Weise geschehen. Der einfachste Fall ist der, zwei gleiche Blätter so nebeneinander zu legen, dass ihre Figuren symmetrisch in Beziehung zu der durch die Fuge bezeichneten Mittellinie stehen. Bei nicht sehr breiten Flächen (wie z. B. bei einer Schrankthür) reicht dies gewöhnlich hin. Grössere Flächen erfordern oft vier oder noch mehr Furnierbreiten zur Bedeckung, und dann muss man für jede Fuge die eben angegebene Rücksicht auf Symmetrie nehmen. In der Regel muss bei aufrechten Gegenständen die Zeichnung der Furniere über die ganze Höhe derselben ohne Unterbrechung fortlaufen; bei einem Sekretär z. B. über den Sockel, die unteren Schiebladen, die Klappe, die obere Schieblade und das Gesimse. Zu diesem Behufe muss die Länge der Blätter für die ganze Höhe reichen und durch Querschnitte in Stücke von erforderlicher Grösse zerlegt werden, welche zur Bekleidung der genannten einzelnen Bestandteile dienen, ohne dass Teile der Furniere herausfallen, oder fremde eingemengt werden. Auf viereckigen Feldern bringt es oft eine schöne Wirkung hervor, wenn man die Furnierung aus vier Blättern so zusammensetzt, dass zwei Fugen sich im Mittelpunkte der Fläche kreuzen, und zwar können die Fugen entweder den Seiten gleich oder in schräger Richtung laufen, wonach die einzelnen Blätter eine viereckige oder eine dreieckige Gestalt haben. Runde, ovale, achteckige Flächen (z. B. Tischblätter) furniert man gewöhnlich sternförmig, auf Spitze, d. h. mit 8, 12 oder 16 keilförmig zugeschnittenen Blättern, deren Spitzen sämtlich im Mittelpunkte zusammentreffen. Die Wahl dieser und noch mancher anderer Arten der Zusammenstellung richtet sich nach der Gestalt der Gegenstände, sowie nach der Zeichnung des Furnierholzes, und hängt von der Einsicht und dem Geschmacke des Arbeiters ab.

Das Zuschneiden der Furniere in Teile von der gehörigen Grösse und Gestalt geschieht, nach Umständen, mit dem Schnitzer (S. 635), mit einer scharfgeschliffenen Reissahle, mit dem Schneidmodel (S. 637), mit einem Stemmeisen oder mit einer kleinen Säge, welche mit der Gratsäge Ähnlichkeit hat (S. 645). Krumme Schnitte macht man nach einem bogenförmigen Lineale, oder — falls sie Kreisbögen sind — mit einem Stangenzirkel, an welchem die eine Spitze messerartig zugeschliffen ist.

Die Holzarbeit, welche mit Furnieren bekleidet wird, heisst das Blindholz. Man wählt dazu verschiedene weiche und leichte Holzarten, als: Tannen, Linden, Pappel u. s. w.; am tauglichsten ist jedoch schlichtes, weiches, astfreies Eichenholz, weil es fest ist und den Leim vorzüglich gut annimmt. Die zur Furnierung bestimmten Gegenstände müssen aus sehr trockenem Holze mit der äussersten Sorgfalt gearbeitet und zusammengefügt werden, um dem Werfen und Reissen nicht zu unterliegen; denn jede Veränderung des Blindholzes äussert auf die Furnierung

den schädlichsten Einfluss, indem sie durch dieselbe hindurch bemerkbar wird. In den an dem Blindholze vorkommenden Verbindungen sollen keine hölzerne Nägel, keine unbedeckten Zinken, überhaupt keine Teile vorkommen, deren Hirnseite auf der Oberfläche liegt; denn wenn in der Nachbarschaft des Hirnholzes der Gegenstand auch noch so wenig eintrocknet und schwindet, so bildet jenes eine Hervorragung, welche Buckel auf der äussern Seite der Furniere erzeugt. Dieser grosse Fehler tritt selbst dann leicht ein, wenn etwa Astlöcher mit eingeleimten Pfropfen ausgefüllt werden, obschon man letztere hinsichtlich des Fasernlaufes mit dem umgebenden Holze übereinstimmen lässt (S. 575); es trifft sich nämlich nur gar zu leicht, dass die eingesetzten Teile nicht genau in dem gleichen Masse schwinden, wie das übrige. In dieser Hinsicht möchte es mehr zu empfehlen sein, einzelne kleine Löcher, welche sich etwa nicht haben vermeiden lassen, mit einem Kitte aus Leim und Holzkohlenstaub zu verstopfen.

Vor dem Auflegen der Furniere wird das Blindholz überall mit dem Zahnhobel (S. 656) nach verschiedenen Richtungen überarbeitet, wodurch eine Menge feiner sich durchkreuzender Furchen entstehen, welche das Haften des Leimes befördern. Auf gleiche Weise und in gleicher Absicht wird die innere (auf das Blindholz kommende) Seite der Furniere gezahnt. Der Leim muss recht heiss und in der durch Erfahrung zweckmässig gefundenen Stärke angewendet werden: zu dünn, bindet derselbe nicht gehörig und das Furnier löst sich leicht wieder ab; zu dick, lässt er sich nicht gehörig ausbreiten und bleibt in einer zu starken, ungleichen Schichte zwischen dem Blindholze und dem Furniere, was ebenfalls für die Festigkeit der Verbindung nachteilig ist und bemerkbare Unebenheiten in der Furnierung hervorbringt. Bei gut ausgeführter Arbeit soll nicht mehr Leim zwischen den beiden Holzflächen bleiben, als in das Holz selbst eindringen und in den vom Zahnhobel erzeugten Furchen Raum finden kann. Es kommt wesentlich darauf an, solange der Leim noch warm ist, den Überfluss desselben durch starken Druck herauszupressen, wodurch zugleich die genaueste Anschmiegung der Furniere an das Blindholz erreicht wird. Als ein Mittel zu besonders haltbarer Verbindung der Furniere mit dem Blindholze wird empfohlen, zwischen beide ein dünnes baumwollenes Gewebe einzuleimen.

Das Verfahren beim Furnieren erleidet nach den Umständen mancherlei Änderungen, von welchen die wichtigsten hier angegeben werden.

a. Am einfachsten ist die Furnierung ebener Flächen, wobei am besten auf folgende Weise zu Werke gegangen wird: Man bestreicht das Blindholz mit Leim, legt das Furnier darauf, über dieses ein etwas starkes, glattes und gerades Brett (die Zulage), und spannt hierauf das Ganze in eine Presse (S. 632) oder legt mehrere Schraubzwingen an, die nicht weiter als 20 *cm* voneinander entfernt sein sollen, um den Druck gehörig stark und gleichmässig zu machen. Die Zulage wird vor dem Gebrauch mit einem Stück Seife bestrichen, damit sie nicht durch etwas Leim, der aus den Poren des Furniers heraustreten könnte, mit letzterem zusammenklebt. Man erwärmt sie ziemlich stark, sowohl um den Leim etwas länger flüssig zu erhalten (damit er Zeit hat, gut zu binden), als um das Furnier dem Drucke nachgiebiger zu machen. Manche Tischler erwärmen in gleicher Absicht auch das Blindholz an einem von Hobelspänen gemachten, stark flammenden Feuer; allein das ist zu tadeln, weil es leicht ein

Verziehen der Arbeit zu Folge hat. Ebensowenig Empfehlung verdient in der Regel das Verfahren, nebst dem Blindholze auch das Furnier mit Leim zu bestreichen, wobei man genötigt ist, die äussere Seite des Furniers mit einem Schwamme nass zu machen, weil sonst die einseitige Ausdehnung durch die Feuchtigkeit und Wärme des Leimes eine starke Krümmung bewirken würde. Manche flache Gegenstände müssen auf beiden Seiten furniert werden (Gegen-Furnierung), z. B. die Klappe eines Sekretärs; man legt in diesem Falle beide Furniere schnell nacheinander auf, verfährt übrigens wie sonst, und erreicht also den Zweck durch eine einzige Arbeit. Sorgfältig auszuführende Gegenstände werden oft selbst dann auf beiden Seiten furniert, wenn dies des Ansehens wegen auch nicht notwendig wäre; man nimmt aber dann zu der innern, nicht in das Auge fallenden Furnierung Eichenholz. Selten, und nur bei sehr kostspieligen Möbeln, wird das Blindholz doppelt furniert, nämlich zuerst mit Linden- oder Eichenholz, und darüber (nach völligem Trocknen) mit Mahagoni oder einem andern feinen Holze. Für die Schönheit und Dauer der Gegenstände ist dieses Verfahren von vorzüglichem Nutzen, weil es das Werfen kräftig verhindert, besonders wenn noch eine Gegen-Furnierung, die in gleicher Weise wirkt, hinzukommt.

Ist die Furnierung einer Fläche aus mehreren Blättern zusammenzusetzen, so hobelt man diese an den Kanten recht genau ab; legt sie auf dem Blindholze richtig passend nebeneinander; hält sie mittels Schraubzwingen und untergelegter Leisten fest, dass sie sich nicht verschieben können; überleimt die Fugen auf der Aussenseite mit 2—3 *cm* breiten Papierstreifen und verfährt sodann damit, wie mit einem einzigen Blatte.

Kleine, besonders schmale (wenn auch lange) ebene Flächen werden oft, ohne Zulage und ohne Schraubzwingen, durch Anreiben furniert. In diesem Falle überfährt man die äussere Seite des Furniers schnell mit einem in lauwarmes Wasser getauchten Schwamme, legt das Furnier auf, und streicht, während man es mit der linken Hand hält, mit der langen abgerundeten Finne eines Hammers (Furnierhammer)[1]) in geraden Zügen, meist nach einer Richtung, unter Anwendung des gehörigen Druckes, schnell darüber hin. Sollte der Leim zu früh erkalten, so überfährt man, um ihn wieder flüssig zu machen, das Furnier langsam mit einem erhitzten platten eisernen Kolben[2]), und setzt hierauf das Anreiben fort. Wenn beim Klopfen auf das Furnier (mit dem Fingerknöchel oder mit dem Hammer) kein dumpfer, sondern ein heller Ton entsteht, so schliesst man, dass überall die Berührung und Verbindung mit dem Blindholze vollkommen erfolgt ist, mithin die Arbeit beschlossen werden kann. Fast niemals ist eine mit dem Hammer gemachte Furnierung ebenso fest und dauerhaft, als eine solche, bei welcher man sich der Zulage bedient hat; dünne Furniere werden durch das Streichen mit dem Hammer zuweilen beschädigt.

Wenn man zwei flache Stücke von gleicher Gestalt und Grösse zu furnieren hat, kann gleichfalls die Zulage erspart werden und zwar ohne dass man den Hammer anwendet. Man bestreicht nämlich beide Stücke mit Leim, bedeckt jedes mit seiner Furnier, reibt letztere auswendig mit Seife (um das Zusammenkleben zu verhindern), legt die furnierten Flächen gegeneinander und spannt das Ganze mittels Schraubzwingen fest zusammen. So dienen die beiden Teile sich gegenseitig als Zulage.

b. Furnieren der Kanten. — Wenn zwei unter irgend einem Winkel zusammenstossende Flächen nach den im vorigen beschriebenen Verfahrungsarten getrennt furniert werden, so geht an der Kante das eine Furnierblatt über die Dicke des andern heraus (wo es mittels einer eigenen Säge abgeschnitten wird, S. 647) und unterscheidet sich sehr sichtbar als ein schmaler Streif. Bei feiner Arbeit ist dies störend und muss dadurch vermieden werden,

---

[1]) A. Albrest, l'Art de l'Ebéniste. Paris 1828, p. 234.

[2]) Albrest, l'Art de l'Ebéniste, p. 234. — Paulin-Desormeaux, Art du Menuisier, IV. 100.

dass man beide Blätter auf der Schneide der Kante selbst, mit einer gar nicht oder äusserst wenig sichtbaren Fuge, zusammenstossen lässt. Dieser Zweck wird durch das Kippen des Furniers erreicht, welches in einem Herumbiegen desselben über die Kante besteht. Man schneidet das Blatt so breit zu, dass es beide Flächen zusammengenommen bedecken kann; beklebt es äusserlich mit Papier, leimt es zuerst auf der einen Fläche wie gewöhnlich fest und lässt den übrigen Teil über den Rand frei herausstehen; arbeitet auf der innern Seite des Furniers, dicht an der Kante des Blindholzes, mit einer kleinen in Holz gefassten Säge (Kippsäge) oder mit einem scharfen Reisshaken (Kippeisen) eine in der Tiefe winklig zusammenlaufende Furche aus, welche fast bis auf das Papier durchgeht; biegt den noch unbefestigten Teil auf die zweite leimbestrichene Fläche hinüber und befestigt ihn hier. Da vermittels des Papiers und des unversehrt gebliebenen dünnen Holzhäutchens die beiden Teile zusammenhängen und die beiden Ränder der Furche nun einander berühren, so kann hier der Leim nicht heraustreten, die furnierte Kante wird sehr scharf und zeigt keine Unterbrechung des Holzgewebes. Das Papier wird zuletzt mit warmem Wasser weggewaschen.

c. Furnieren krummer oder geschweifter Oberflächen (Gesimsglieder u. s. w.). — Bei der Dicke, welche gewöhnlich die Furniere haben, lassen dieselben sich nicht in erheblichem Grade biegen, ohne zu brechen. Man muss sie deshalb vor der Anwendung soweit verdünnen, dass sie die erforderliche Biegung ertragen können. Das Furnier wird mit der unrechten, bereits durch den Zahnhobel rauh gemachten Fläche auf ein flaches, mit Seife bestrichenes Brett geleimt; dann bis zur Dicke einer starken Spielkarte abgehobelt und mit Schreibpapier überklebt; durch Erwärmen von dem Brette losgemacht (was wegen der Seife leicht angeht); abgeputzt, auf das mit Leim versehene Blindholz gelegt und durch Schraubzwingen mit Hilfe einer passenden erwärmten Zulage nach und nach fest angedrückt. Die letztere ist hier gewöhnlich von Eichenholz und muss — unter Berücksichtigung des Raumes, den die Furnierdicke erfordert — die nämliche, nur entgegengesetzte Krümmung oder Schweifung haben, wie der furnierte Gegenstand. Für einen Karnies hat also die Zulage ebenfalls die Form eines Karnieses; für einen Rundstab enthält sie eine Hohlkehle u. s. f. Wo, der Gestalt des Gegenstandes wegen, eine Zulage schwierig zu verfertigen wäre, kann man sich statt deren eines mit feinem erwärmten Sande gefüllten leinenen Sackes bedienen, welcher mittels eines unter die Schraube der Leimzwinge gelegten flachen Holzstückes angedrückt wird.[1]) Die Anwendung eiserner hohler, durch eingeleiteten Dampf erwärmter Zulagen[2]) eignet sich für manche Fälle; weniger die Benutzung des Wasserdruckes unter Ersetzung der Zulage durch ein Kautschukblatt, welches die Öffnung des mit einer hohen Druckröhre verbundenen Wasserbehälters verschliesst. In jedem Falle müssen die Schraubzwingen vorsichtig und nicht zu rasch angezogen werden, damit keine starken Brüche in dem Furnier entstehen: kleine Brüche schaden nicht, da sie sich von selbst wieder schliessen und das Aussplittern oder Wegfallen von Teilchen durch das aufgeleimte Papier verhindert wird. Nötigenfalls erweicht man das Furnier vor dem Auflegen durch heisses Wasser. Wenn die Furnierblätter dünn genug sind, kann ein geschickter Arbeiter selbst ziemlich kleine Gesimsglieder damit belegen; nur die allerkleinsten müssen jedesmal aus vollem Holze gemacht werden. Gezahnt kann das Blindholz der Gesimsglieder nicht werden, weil die Krümmung der Oberfläche der Anwendung des Hobels hinderlich ist; man macht sie daher nur etwa mit der Raspel ein wenig rauh.

d. Furnieren runder Stücke (Säulen, Walzen). In Fällen dieser Art, wo das Furnier rund um das Blindholz herumgerollt werden muss, sind zwei Verfahrungsarten anwendbar. 1) Nach dem einen Verfahren bedient man sich der Zulagen wie unter c., nur kann begreiflicherweise eine solche Zulage nicht mehr als ein Viertel, höchstens ein Drittel des Kreises umfassen; man ist daher genötigt, das Furnierblatt nach und nach der vollen Kreisrundung anzuschmiegen,

[1]) Paulin-Desormeaux, Art du Menuisier, IV. 122.
[2]) Polyt. Centralbl. 1850, S. 775. D. p. J. 1881, **239**, 345 m. Abb.

indem man einen Teil des Umfanges nach dem andern in Arbeit nimmt, wobei jedesmal der Vorgang genau so ist, als ob nur ein Teil der Fläche zu furnieren wäre. Es ist hierbei kein Hindernis, wenn die Säule Kannelierungen enthält, weil die Zulage denselben entsprechend gestaltet sein kann. — 2) Nach dem andern Verfahren können nur glatte Säulen oder Walzen furniert werden, denn es wird der erforderliche Druck (ohne Hilfe von Zulagen) dadurch ausgeübt, dass man ein starkes, sehr straff angespanntes Leinenband in dichten schraubenartigen Windungen um den Gegenstand herumwickelt. Dies geschieht mit Hilfe der Maschine, Furniermaschine, einer einfachen Vorrichtung von folgender Beschaffenheit. Zwei senkrechte hölzerne Ständer sind, in 1,2 bis 1,5 *m* Entfernung voneinander, oben durch einen Querriegel verbunden, und bilden das Gestell der Maschine. Etwa um ein Drittel der Höhe vom Fusse entfernt, verbindet ein zweiter Querriegel die Ständer, und auf diesem Riegel ist eine aufrechtstehende Docke verschiebbar, welche durch einen Keil auf dem ihr angewiesenen Platze befestigt wird. An der rechten Seite, dem einen Ständer zugewendet, trägt diese Docke eine eiserne, dicke, kegelförmige Spitze, sodass sie sehr nahe dem Reitstocke einer einfachen Drehbank gleicht. Durch den rechten Ständer geht wagerecht eine kurze hölzerne Welle, welche ausserhalb des Gestelles eine Kurbel, innerhalb (der Spitze gegenüber) ein Paar kreuzweise eingesetzte eiserne Blätter oder Lappen enthält. Um eine zu furnierende Säule auf der Maschine einzuspannen, macht man in die eine Grundfläche derselben mit der Säge einen Kreuzschnitt, schiebt diesen auf die eben erwähnten Lappen der kleinen Welle, und setzt am andern Ende der Säule die Docke vor, deren Spitze in den Mittelpunkt der zweiten Grundfläche eingreifen muss. Nach dieser Veranstaltung wird durch Umdrehen der Kurbel die Säule um ihre Achse bewegt. Gleichlaufend mit der eingespannten Säule und über derselben liegt eine hölzerne Walze, deren Zapfen sich in Löchern der beiden Ständer mit grosser Reibung bewegen, sodass hierdurch der Umdrehung ein beträchtlicher Widerstand entgegengesetzt wird. Man vermehrt diesen letzteren, wo nötig, noch dadurch, dass man die Ständer oben mehr gegeneinander keilt, sodass die Walze zwischen ihnen eingeklemmt wird. Auf dem Umkreise der Walze ist, nahe am linken Ende derselben, ein starkes Leinenband (eine schmale Gurte) befestigt, und von da gegen das rechte Ende hin in schraubenförmigen Windungen aufgewickelt. An der rechten Seite der Maschine läuft das Band nach der eingespannten Säule hinab und wird an derselben mittels eines Nagels befestigt. Wird nun die Kurbel und folglich die Säule gedreht, so zieht letztere das Band an sich und umwickelt sich damit, gegen die linke Seite hin fortschreitend; dabei bleibt das Band ununterbrochen scharf angespannt, weil die Walze es nur widerstrebend loslässt. Es ergiebt sich von selbst, dass, um das Band wieder auf die Walze zurückzuführen, man diese verkehrt umdrehen muss, zu welchem Behufe man nun die Kurbel auf den einen Zapfen derselben steckt.

Das Furnier wird in der gehörigen Grösse und Gestalt zugeschnitten, gezahnt, und auf die unter c. angegebene Weise dünngehobelt. Um es dem runden Gegenstande aufzulegen, macht man es auf der rechten (äussern) Seite nass — nachdem man hier, um das Brechen zu verhindern, mehrere Leinwandstreifen querlaufend aufgeleimt hat —; und hält es mit der unrechten Seite an ein Feuer von Hobelspänen, wodurch es sich krümmt (S. 571). Das Furnier wird dann um das in der Maschine eingespannte, mit Leim bestrichene Blindholz gerollt; mittels zweier oder mehrerer herumgebundener Schnüre vorläufig in der Krümmung erhalten; endlich auf oben angezeigte Weise mit der Gurte dicht und fest bewickelt und so lange in diesem Zustande gelassen, bis der Leim völlig trocken ist. Man nimmt vorsätzlich die Breite der Furnier um ein klein wenig grösser, als der Umfang des zu furnierenden Gegenstandes ist; daher kommen ihre beiden Ränder übereinander zu liegen, und es wird eine Nacharbeit erforderlich. Man löst nach dem Abwickeln der Gurte die Fuge wieder durch Brennen (Überfahren mit dem heissen Kolben, S. 747), wodurch der Leim weich wird, schneidet mit einem scharfen Messer den äusseren Rand, soweit er übergreift, weg, und wickelt abermals die Gurte herum, damit die Fuge sich schliesst. Auf solche Art wird ein genaueres Zusammenpassen erreicht, als

wenn man gleich anfangs die Breite der Furnier richtig ausmessen wollte, was mit der erforderlichen Schärfe nicht geschehen kann.

Bei allen Furnierungsarten treten zuweilen kleine Fehler ein, welche verbessert werden müssen, bevor man zu weiterer Bearbeitung des Gegenstandes übergeht. Hebt sich irgendwo am Rande das Furnier auf, weil der Leim schlecht gefasst hat, so bringt man mit einer Messerklinge etwas Leim unter dieselbe und streicht die Stelle mit dem erhitzten eisernen Kolben (S. 747), der zu gleicher Zeit den Leim flüssig macht und das Furnier an das Blindholz anpresst, worauf man bis zum Trocknen eine Schraubzwinge mit einer kleinen Zulage anlegt. — Zeigen sich Beulen oder blasenartige Erhöhungen auf der Furnierung, so können diese — vorausgesetzt, dass sie nicht von Unebenheiten des Blindholzes verursacht sind — entweder von Anhäufung des Leimes an dieser Stelle oder von Mangel an Leim herrühren. Im erstern Falle genügt es, den heissen Kolben aufzusetzen, bis der Leim darunter flüssig wird und sich gleichförmig ausbreitet. Im zweiten Falle macht man mit der Spitze eines Federmessers schräg durch die Dicke des Furniers einen Einschnitt, bringt durch denselben ein wenig dünnen Leim hinein und streicht mit dem Furnierhammer darüber, bis die Erhöhung verschwunden ist. — Nicht selten enthalten die Furniere durch ausgebrochene Teile entstandene kleine Spalte, Grübchen oder Löcher. Dergleichen werden am besten auf die Weise versteckt, dass man ein Holzstück derselben Art, wie das auszubessernde, auf der Hirnseite mit Leim bestreicht; es dann so lange mit der Schneide eines sehr scharfen Stemmeisens schabt, bis die abgelösten feinen Spänchen mit dem Leime einen dicken Teig bilden, und mit letzterem die Vertiefungen ausfüllt (Ausstreichen). Weit weniger gut ist es, Schellack am Lichte zu entzünden und schmelzend hineinzustreichen; denn die so ausgebesserten Stellen bilden beim Polieren leicht Gruben, indem das Schellack von der Politur mehr oder weniger aufgelöst wird.

Zuweilen ereignet es sich, dass ein fehlerhaft aufgelegtes Furnierblatt wieder abgenommen werden muss, nachdem der Leim schon getrocknet ist. Zu diesem Ende überfährt man nach und nach die ganze Fläche mit dem erhitzten Eisen (S. 747), welches den Leim erweicht, und löst das Furnier in dem Masse allmählich ab, wie jene Wirkung stattfindet.

e. Nicht selten werden sogenannte Steinfurniere oder Massefurniere angewendet. Sie werden aus einer Mischung gebildet, die man aus Leimwasser, gebranntem Kalk oder Kreide und beliebigen erdigen Farbstoffen zusammenknetet, dann in dünne Blätter schneidet. Durch Mengen verschiedenfarbiger Massen, im teigartigen Zustande, giebt man der Zusammensetzung das Ansehen des Marmors. Im trockenen Zustande sind diese Furniere sehr spröd, durch kaltes Wasser (schneller durch Wasserdampf) werden sie aber ganz weich und biegsam, sodass man sie allen gekrümmten Oberflächen anpassen kann. Wieder getrocknet, erlangen sie von neuem ihre ursprüngliche Härte. Wie die Steinfurniere im Handel vorkommen, haben sie nicht selten Löcher; man muss daher, wenn man die Blätter zum Gebrauch zugeschnitten hat, die abgefallenen kleinen Stücke in Wasser erweichen, mit einem Eisen in die Löcher hineindrücken und so letztere ausfüllen. Dann werden die Ränder abgefügt, wobei man dieselben mit Wasser befeuchten kann, um sowohl das Ausbröckeln zu verhindern, als die Werkzeuge weniger abzunutzen. Die Seite des Furniers, welche auf das Holz zu liegen kommt, wird mit Bimsstein und Wasser abgeschliffen, mit der Ziehklinge abgeschabt; das Blindholz mit gutem Leim bestrichen, wieder getrocknet und sodann mit sehr dünnem siedendheissen Leimwasser überstrichen; das (nötigenfalls mässig befeuchtete) Furnier aufgelegt und mittels Zulagen und Schraub-

zwingen angepresst. Eine vorausgehende Erwärmung des Blindholzes leistet hier gute Dienste, um den Leim lange genug flüssig zu erhalten, weil Steinfurniere die Wärme gut leiten und ihn daher verhältnismässig schnell abkühlen. Kleine, nicht flache Gegenstände können sehr wohl mit nebeneinander gelegten Bruchstücken furniert werden, worauf man nach dem Erkalten die leer gebliebenen Stellen mit andern in Wasser erweichten Stückchen ausfüllt, und diese gehörig verreibt.

Folgende Vorschrift zur Bereitung der Steinfurniere[1]) ist bewährt: Man erhitzt in einem gusseisernen Kessel 225 *kg* Wasser auf 87° C., rührt nach und nach 75 *kg* gepulverte Kreide ein, giesst den Brei durch ein nicht zu feines Drahtsieb in einen Bottich, und überlässt ihn hier der Ruhe, bis die Kreide sich abgesetzt hat. Nachdem das klare Wasser von dem breiigen Bodensatze abgezogen ist, wird letzterer wieder in den Kessel gebracht und unter beständigem Umrühren gekocht, bis er so dick ist, dass er eben noch vom Rührscheite abfliesst. Nun setzt man 4 bis $4^1/_2$ *kg* Tischlerleim, 500 *g* gekochten und wieder erkalteten Pergamentleim samt dessen feinen Spänen und 340 bis 380 *g* Papierganzzeug (oder weisses Druckpapier in Wasser aufgeweicht, zerrührt und wieder ausgedrückt) hinzu. Zugleich kann der Grundfarbenton des Marmors durch Beifügung einer zarten, mit etwas Leimwasser abgeriebenen Erdfarbe gegeben werden; doch thut man im allgemeinen besser, die Masse zur Zeit noch ungefärbt zu lassen. Man mässigt hierauf das Feuer und dickt unter stetem Rühren so lange ein, bis eine herausgenommene Probe nicht mehr bedeutend an den Händen klebt. Gewöhnlich ist dieses Eindicken in 4 bis 6 Stunden beendigt; man muss während desselben achthaben, dass der Inhalt des Kessels in ununterbrochenem gelinden Kochen bleibt und keine feste Kruste auf der Oberfläche bildet. Das Färben dieser Masse geschieht nun durch behende vollführtes Einkneten verschiedener Farbstoffe (Bleiweiss, Kienruss, Indig, Chromgelb, gelbe und rote Lacke, Rötel, gebrannter Ocker, Englisch Rot, Veroneser Grün, Schweinfurter Grün u. s. w.), welche man vorläufig mit Leimwasser abgerieben, getrocknet, von neuem gepulvert und mit Wasser angefeuchtet hat. Hierauf presst man in einem Kasten, mittels einer Schraubenpresse, alle zugleich vollendeten und noch warmen Klumpen zu einem Ganzen von rechteckiger Gestalt, nimmt dieses nach 12 bis 16 Stunden heraus und zersägt es in Blätter, die man an einem kühlen Orte trocken werden lässt.

Wirkliche Steine (Marmor, Malachit, Lasurstein u. s. w.) werden nur ausnahmsweise zum Furnieren der Holzarbeiten gebraucht; zu ihrer Befestigung kann Leim nicht, sondern muss ein harziger Kitt — z. B. Steinkohlenpech, etwa mit Zusatz von Kreide, Kohlenpulver oder Ziegelmehl — angewendet werden. Um bei der hierbei nötigen Erwärmung das Zerspringen der Steinfurniere zu verhüten, legt man dieselben in Wasser, welches zum Kochen gebracht wird, und giebt ihnen dann sogleich die ferner nötige höhere Hitze über einem Kohlenfeuer.

f. Einlegen, eingelegte Arbeit. — Die eingelegte Arbeit ist von zweierlei Art, nämlich entweder in vollem Holz oder in furniertem hergestellt.

α. Erstere findet nur bei kleinen und dünnen Gegenständen Anwendung, z. B. zierlichen Billardstöcken (Queues)[2]), Heften oder Handgriffen an allerlei feinen Gerätschaften u. s. w. Die Verzierung besteht hier gewöhnlich in schmalen Streifen (Adern) von verschiedener Farbe, welche auf der Oberfläche des Gegenstandes in mannigfaltigen Richtungen hinlaufen, oft einander durchkreuzen.

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1837, Bd. 1, S. 137, 340. — Bayer. Kunst- und Gewerbeblatt 1838, S. 761.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. II, 182.

Ein Beispiel wird die Beschaffenheit der Arbeit und die Art ihrer Verfertigung deutlich machen. Der Gegenstand sei das Heft an einem hölzernen Meterstab. Man hobelt aus Mahagoniholz ein vierkantiges 125 *mm* langes, 36 *mm* breites, ebenso dickes Stück, und bereitet sich, um dasselbe z. B. mit weissen Adern zu verzieren, eine Anzahl Blätter von Ahorn-Furnieren. Nun wird das Holz der Länge nach in schräger Richtung (von einer langen Kante zur gegenüberstehenden) mit der Säge durchnitten; man legt zwischen beide Teile (nachdem der Schnitt mit dem Zahnhobel geebnet ist) ein Furnierblatt, und leimt alles fest zusammen. Auf gleiche Weise verfährt man nach und nach in der Richtung der zweiten Diagonal-Ebene und nach mehreren anderen beliebig gewählten Richtungen. Wird dann zuletzt das Holz in der Gestalt eines Heftes ausgehobelt oder auf der Drehbank abgedreht, so bilden die auf der Oberfläche sichtbaren Durchschnitte der Furniere ebensoviele Adern. Es hängt natürlich nur von dem Geschmack und von dem Fleisse des Arbeiters ab, die daraus hervorgehende Zeichnung schön und kunstreich darzustellen. Die möglichen Abänderungen ergeben sich von selbst; z. B. dass man die Anzahl und Richtungen der Schnitte vervielfältigt, dieselben bogenförmig oder geschlängelt anlegt, mehrerlei, auch künstlich gefärbtes, Holz zu den Adern nimmt (z. B. ein Ahorn-Furnier zwischen zwei Ebenholz-Furnieren liegend, wodurch weisse Adern mit schwarzem Saume zu beiden Seiten entstehen); u. s. f. — Das vollendete Stück besteht nun eigentlich aus einer Menge kleiner mittels Leim verbundener Teile, welche nach und nach durch die verschiedenen Schnitte entstanden sind. Man kann daher auch so verfahren, dass man alle diese Teile von massivem Holze und Furnierblättern einzeln ausarbeitet und sämtlich auf einmal zusammenleimt; aber es wird grosse Genauigkeit erfordert, um jedem Teile die völlig richtige Gestalt zu geben, ohne welche das Zusammenpassen nur unvollkommen erreicht werden kann.

Es ist auch folgendes Verfahren vorgeschlagen worden[1]): Man leimt ein Furnier auf das Werkstück, legt auf dasselbe eine reichlich 1 *mm* dicke Zinkblechlehre, presst dieselbe zwischen Walzen ein und hobelt das Ganze so ab, dass nur die eingepressten Teile des Furniers am Werkstück zurückbleiben.

β. Furnierte eingelegte Arbeit unterscheidet sich von gewöhnlicher Furnierung nur dadurch, dass sie nicht eine gleichartige Decke über dem Blindholze bildet, sondern aus mannigfaltig gestalteten und nebeneinander gelegten Teilen verschiedener Holzarten u. s. w. besteht. Die einfachste hierher gehörige Arbeit ist das Einlegen von A d e r n, womit man gewöhnlich nur die Ränder grösserer Flächen einfasst. Schlichte Adern werden aus einem, zwei oder drei schmalen Streifchen verschiedenartiger Furniere, zuweilen aus Messing oder Argentan gebildet: erstere werden wie die Furnierung selbst, in welcher sie liegen, aufgeleimt; letztere beiden befestigt man mittels eines warm aufgetragenen Kittes aus weissem Pech, gelbem Wachs und gemahlener Kreide. B u n t e A d e r n werden dadurch hervorgebracht, dass man Furnierblätter und in verschiedener Gestalt (dreikantig, rautenförmig u. s. w.) ausgehobelte Stäbchen von allerlei Holz zu einer Platte zusammenleimt, und diese nachher in Streifchen von Furnierdicke zersägt. Man findet sie gewöhnlich in Längen von 0,6 bis 1 *m* und 3 bis 6 *mm* breit im Handel.

Um in einer (furnierten oder vollen) Holzfläche die nutartigen Furchen auszuhöhlen, welche zum Einlegen der Adern erfordert werden, bedient man sich entweder eines A d e r n k r a t z e r s (N u t e n r e i s s e r s), der nichts weiter ist als ein Schneidmodell, S. 637, statt des Messers einen schmalen Meissel enthaltend, dessen Schneide quer gegen die Richtung der Bewegung steht; oder

[1]) D. p. J. 1878, 228, 400.

eines nach Art des stellbaren Nuthobels, S. 708, gebauten Adernhobels; oder einer mit der Quadriersäge, S. 646, hauptsächlich übereinstimmenden Adernsäge.

Künstlicher und schwieriger auszuführen ist diejenige Art eingelegter Arbeit, welche dadurch entsteht, dass in dem Furnier, womit eine grössere Fläche des Blindholzes bedeckt wird, Laubwerk und andere Verzierungen durchbrochen ausgeschnitten, die offenen Räume aber wieder mit gleichgestalteten Blättchen von anderem Holze ausgefüllt sind. Man macht die Zeichnung mit dem Bleistifte oder der Feder auf Papier; klebt dieses auf ein Furnierblatt von Mahagoniholz, legt darunter ein Furnier von Ahornholz und schneidet beide Blätter zugleich mit der Laubsäge aus freier Hand, oder mit der (S. 650) erwähnten Maschine nach den Umrissen der Zeichnung aus. Die aus dem Mahagoni fallenden Stückchen werden dann in das Ahornblatt eingelegt, und umgekehrt; sodass man zwei brauchbare Stücke und, ausser den Sägespänen, keinen Abfall erhält.[1])

Ungeachtet der Laubsägenschnitt ein wenig Holz in Späne verwandelt hat, folglich die einzulegenden Teile etwas kleiner sind, als die dafür bestimmten Öffnungen der Furniere, so hebt sich doch dieser Fehler ganz, und es erzeugen sich nur sehr schmale Leimfugen, da man die Vorsicht gebraucht, die zwei Furnierblätter zum Ausschneiden so aufeinander zu legen, dass ihre Fasern rechtwinklig gegeneinander laufen. Beim Aufleimen quillt jedes Holz quer gegen die Fasern ein wenig an, und demzufolge schliesst sich die Fuge sehr gut, wenn der Sägenschnitt möglichst fein war. Ein minder geschickter Arbeiter bekommt freilich oft so breite Fugen an den Umrissen der eingelegten Zeichnung, dass sie — sehr zum Nachteile der Schönheit — mit Schellack oder Holzteig ausgestrichen (S. 693) werden müssen. — Bei Einlegung mit hellfarbigen Holzarten wird oft mit Vorteil das Brennen der Furnierstückchen angewendet, welches eine teilweise Braunfärbung derselben durch Hitze ist. An den Rändern bewirkt man diese Färbung durch Eintauchen in sehr stark erhitzten Sand oder sehr heisses geschmolzenes Blei; an beliebigen anderen Stellen durch Daraufblasen einer Lichtflamme mittels des Lötrohres (vergl. S. 693, 725).

Mit dem hier beschriebenen Verfahren, nach welchem die Verzierungen mittels einer Laubsäge ausgeschnitten werden, ist ein neueres[2]) nahe verwandt, bei welchem man den Durchschnitt (S. 642) zum Ausschneiden benutzt. Es wird dasselbe billiger und zweckmässiger als ersteres sein, wenn es sich um die Herstellung grösserer Mengen gleicher Furnierungen handelt.

Sehr zusammengesetzte Einlegungen (Blumen oder andere Zeichnungen aus Stückchen verschiedenartiger Furniere, untermischt mit Plättchen von Elfenbein, Horn, Schildpat, Perlenmutter) erzeugt man auf folgendem Wege. Die einzelnen Bestandteile hierzu werden mit der Laubsäge, mit dem Schneidmodell (S. 637), mit der Quadriersäge (S. 646) aus den — vorläufig mittels einer Art Zieheisen[3]) zu bestimmter gleicher Dicke abgeschabten — Furnieren zugeschnitten, und auf eine von folgenden zwei Arten vereinigt. Entweder legt man sie auf einem mit Leim bestrichenen Papierbogen gehörig zusammen, und behandelt nach dem Trocknen das Ganze wie ein gewöhnliches Furnier, d. h. leimt es mit einem Male auf das Blindholz, und gebraucht nur die Vorsicht, unter der Zulage ein mehrfach gefaltetes Leinentuch auszubreiten, welches den

[1]) Holtzapffel, Turning & mech. manip. Bd. 2, S. 731—739.
[2]) D. p. J. 1883, **247**, 224.
[3]) D. p. J. 1845, **98**, 366.

Druck der Schraubzwingen gleichförmig macht, selbst wenn die Blättchen nicht völlig einerlei Dicke haben. Oder man überträgt die Umrisse der Zeichnung auf das Blindholz, leimt die Bestandteile einzeln nacheinander auf und reibt sie mit dem Furnierhammer an. Statt des Tischlerleims ist zu dieser Arbeit besser die Hausenblase, wegen ihrer stärkern Bindekraft, anzuwenden. — Was gegenwärtig unter dem Namen Holz-Mosaik vorkommt, ist gewöhnlich auf eine wohlfeilere, aber weniger Freiheit der Zeichnung gewährende Art dargestellt, wobei ein gleiches Verfahren wie bei Anfertigung der bunten Adern (S. 752) beobachtet wird. Es werden nämlich — um Tafeln zu Fussböden, desgleichen Sterne, Röschen und ähnliche in Furnierung einzulegende Verzierungen, wie auch ganze Furnierungen zu kleinen Tischblättern, Kästchen u. s. w. mit Mustern nach Art der Stickmuster zu bilden — quadratische, dreieckige oder rautenförmige, beliebig (z. B. 30 bis 45 *cm*) lange Stäbchen von verschiedenfarbigem Holz zu einem Klotze aneinander geleimt, welchen letztern man nachher (quer auf die Länge der Stäbe) in Blätter von 2 bis 3 *mm* Dicke zersägt.[1]) —

Trockene Birkenreiser (samt ihrer Rinde) auf die eben erwähnte Weise aneinander geleimt — wobei man die Zwischenräume durch den mit feinen Sägespänen vermengten Leim ausfüllt — geben im Querschnitte eine artige, freilich einförmige Mosaikzeichnung.

Oft werden zu kunstreicher eingelegter Arbeit Furniere nicht nur von sehr verschiedenfarbigen Holzgattungen, sondern auch von mancherlei eigens zusammengesetzten (aus Leim mit Zusatz von Alaun und Farben bestehenden) Massen, Elfenbein, Perlenmutter, Bleche von Messing, Tombak, Argentan u. s. w. angewendet (Boule). Die erwähnten Leimfurniere erhält man durch Auflösen von möglichst farblosem Knochen- oder Lederleim im $4^{1}/_{2}$fachen Gewichte Wasser und Ausgiessen auf eine schwach eingefettete, mit einem Rande versehene Spiegelglasplatte. Unabhängig von den etwaigen Farbenbeimischungen setzt man wohl beim Auflösen des Leimes ein wenig Alaun zu; jedenfalls aber behandelt man die gegossenen Blätter zuletzt mit schwacher Alaunauflösung (1 Teil Alaun in 18 Teilen Wasser), bis sie aufschwellen, spült sie mit verdünnter Auflösung von kohlensaurem Kali ab und lässt sie wieder trocknen, indem man die Ränder auf Rahmen anklebt. Durch Zusatz der Fischschuppenmasse, welche in den unechten Perlen zur Anwendung kommt, ahmt man mit den Leimfurnieren recht gut die Perlenmutter nach; das Schildpatt aber durch eine braune (aus Torf mittels Ammoniak gezogene, eingedickte und mit etwas Leim versetzte) Farbe, welche man einer frisch gegossenen Leimtafel aufträgt, wonach eine zweite Schicht Leim darüber gegossen wird, sodass die Farbe im Innern liegt. — Eine wohlfeile Art von Metall-Einlegung ist dadurch herzustellen, dass man mittels messingener erhaben geschnittener, stark erhitzter Stempel beliebige Zeichnungen in die Furnierung eindrückt, die Vertiefungen mit einer geschmolzenen sehr leichtflüssigen Metallmischung (2 Wismut, 1 Blei, 1 Zinn, $^{1}/_{10}$ Quecksilber) unter Anwendung eines erwärmten Messers ausstreicht, nachher mit Bimsstein und Öl abschleift. Durch Überstreichen mit einer von Säure-Überschuss ziemlich freien Gold-, Silber- oder Kupferauflösung können diese Verzierungen vergoldet, versilbert, verkupfert werden. Eine Nachahmung der Metalleinlegung, welche z. B. auf hölzernen Tabakdosen vorkommt, wird dadurch hergestellt, dass man die Fläche mit starken Zinnblättern überklebt, einen mehrfachen Farbenanstrich giebt, in diesen beliebige Linien bis aufs Zinn einritzt oder auch breitere Teile herausschabt, endlich firnist.

---

[1]) Kunst- und Gewerbeblatt 1845, S. 613; 1848, S. 541.
Polyt. Centralbl. 1848, S. 1212.

g. Vollendung der furnierten und eingelegten Arbeiten. — Nachdem der gewöhnlich die Furnierung verunreinigende Leim mit einem etwas stumpfen Stechbeitel oder Stemmeisen abgeschabt ist, glättet man die ganze Oberfläche mit dem Hobel (Abputzen). Da in der Regel das Furnierholz maserig oder verwachsen (blumig) ist, folglich leicht einreisst, und das Ausspringen selbst nur kleiner Teile die ganze Arbeit verderben würde, so kann man gewöhnlich keinen andern als den Zahnhobel, oder allenfalls den doppelten Schlichthobel, anwenden. Wenn man denselben über Leimfugen hinführt, muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass das Eisen dieselben in schräger Richtung durchkreuzt, weil sonst die zusammenstossenden Ränder ausbröckeln oder einreissen. Gegen Ende des Abputzens zieht man das Eisen mehr in den Kasten zurück, sodass es nur höchst wenig eingreift. Gut ist es, die Sohle des Hobels mit trockner Seife zu bestreichen, damit derselbe sehr leicht fortgleitet und nicht an etwa noch vorhandenen Leimteilchen anklebt.

Nach dem Abputzen folgt das Abziehen mit der Ziehklinge (S. 715), das Schleifen (S. 718), endlich das Polieren (S. 726); lauter Arbeiten, welche im vorhergehenden ausführlich beschrieben sind. — Die (S. 750) erwähnten Steinfurniere schleift man, nachdem sie sehr gut getrocknet sind, mit einem Stücke Bimsstein und Wasser, wobei man den abgeriebenen Schlamm, sobald er dick wird, mit einer Ziehklinge wegnimmt. Nur zu Ende des Schleifens putzt man nicht ab, sondern reibt vielmehr den Schlamm mittels des Furnierhammers sorgfältig ein, um alle Poren damit auszufüllen. Nachdem hierauf die Arbeit vollständig getrocknet ist, reibt man sie noch einmal mit nassem Bimsstein, um die darauf sitzende Kruste von erhärtetem Schlamm aufzuweichen, schabt sehr vorsichtig die ganze Fläche mit einer scharfen Ziehklinge rein ab, schleift nun mit Bimsstein und Terpentinöl, putzt allen Schmutz ohne Zeitverlust weg (weil derselbe schnell eintrocknet), und schreitet endlich zum Polieren. Letzteres wird mit Schellack-Politur wie bei Holz-Furnieren verrichtet, mit dem einzigen Unterschiede, dass man anfangs kein Öl auf den Ballen nimmt, sondern dieses erst dann anwendet, wenn bereits einiger Glanz sich zeigt.

VI. Abschnitt.

Verfertigung einiger Holzgegenstände im besonderen.

1. Böttcher-Arbeiten.[1])

Die Hauptarbeit des Böttchers, Küfers, Binders oder Fassbinders besteht in der Herstellung der Fässer; ausserdem verfertigt derselbe Bottiche, Tonnen, Eimer u. dgl. Über die Holzarten, welche zu diesen Gegenständen verarbeitet werden, ist (S. 596) das Nötige angeführt. Zu guter Arbeit kann nur Spaltholz gebraucht werden, weil dieses die grösste Festigkeit besitzt und am wenigsten den Veränderungen durch die Einwirkung der Feuchtigkeit unterliegt; indessen wird doch oft auch mit der Säge geschnittenes Holz angewendet, wiewohl meistens nur zu Fässern für trockene Gegenstände, welche weniger Genauigkeit und Unveränderlichkeit erfordern.

Zur handwerksmässigen Verfertigung eines Fasses werden die rohen Stäbe (S. 596) mit dem Segerz oder dem Breitbeile (S. 634) aus dem Groben behauen, wobei schon die Anlage zu der Krümmung an den langen Kanten gemacht wird (da wegen der bauchigen Gestalt des Fasses die Stäbe oder Dauben in der Mitte breiter sein müssen als an den Enden). Diese Krümmung ist indessen nicht die einzige erforderliche; vielmehr sind die Dauben auch der Breite nach krumm, nämlich äusserlich gewölbt, innerlich hohl, weil das Fass im Querschnitte nicht vieleckig, sondern kreisförmig sein muss. Die äussere Wölbung wird zunächst, wenigstens vorbereitend dadurch gegeben, dass man die Dauben mit dem Rauhhobel, dann mit dem Glatthobel (S. 657) bearbeitet; die Aushöhlung der inneren Fläche auf der Schneidbank durch Beschneiden mit dem Krummeisen (S. 636), oder bei grossen Dauben durch Behauen mit dem Dächsel (S. 634), worauf aber jedenfalls mit dem Krummeisen nachgearbeitet werden muss. Sodann werden die Seitenkanten (Fugen)

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1837, Bd. 8, S. 556 m. Abb.
F. W. Barfuss, Die Kunst des Böttchers, Weimar 1868. (102. Bd. des neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke).
Otto, Handbuch der Fassbinderei, 1833.
Kelly, Handbuch für Fassbinder, 1834.

der Dauben durch Abhobeln auf der Stossbank (S. 658), — wenn sie sehr gross sind mittels des Blöchels (das.) — berichtigt, endlich aber mit dem Rauh- und Glatthobel geglättet.

Wenn alle zu einem Fasse gehörigen Dauben soweit vollendet sind, kann zum Aufschlagen oder Aufsetzen geschritten werden, d. h. zur Zusammenstellung der Dauben und Umlegung derselben mit Reifen. Man stellt zu diesem Behufe zuerst vier Dauben in vier gleichweit voneinander entfernten Punkten des Kreises senkrecht auf; befestigt an den oberen Enden derselben einen von aussen herumgelegten eisernen Reif (Hauptreif) mittels Schraubzwingen oder gabelförmiger hölzerner Aufsetzkloben; setzt innerhalb des Reifes nach und nach alle übrigen Dauben nebeneinander ein, und treibt denselben weiter an dem Fasse hinab, dass er gehörig festsitzt und die Dauben in der Nähe ihrer Enden (Köpfe) stark zusammenpresst. Ferner wird ein zweiter, etwas weiterer Reif aufgetrieben, der seinen Platz mehr gegen die Mitte des Fasses hin findet (Halsreif), und ein dritter, der noch näher an die Mitte hin geht (Bauchreif). Bei grossen Fässern werden mehrere Halsreifen angelegt. Bei dieser Behandlung sind die Dauben genötigt (infolge ihrer grösseren Breite am mittleren Teile) eine Krümmung nach ihrer Länge anzunehmen, indem sie, von den Reifen gezwungen, sich biegen und die Wölbung oder den Bauch des Fasses erzeugen: diese Biegung erleichtert man durch Wärme und Feuchtigkeit, indem man innerhalb des Fasses ein Feuer von Hobelspänen anmacht (Ausfeuern), und die Dauben von innen mit Wasser benetzt. — Durch das soeben auseinandergesetzte Verfahren ist bloss die obere Hälfte des Fasses gebunden. Um das nämliche mit der untern Hälfte zu erreichen, wird um dieselbe, ganz nahe an den dortigen Enden der Dauben, ein starker Strick geschlungen, den man mittels einer eigenen Schraubvorrichtung (Zug, Schraubwinde, Fasszieher) kräftig anzieht, bis die Köpfe der Dauben sich einander sehr genähert haben. Samt der Winde wird nun das Fass umgestürzt, und die jetzt oben befindliche Hälfte auf die nämliche Weise mit Reifen versehen, wie zuvor von der ersten Hälfte angegeben wurde.

Statt des Ausfeuerns kann mit bestem Erfolg die Erweichung der Dauben durch Wasserdampf angewendet werden; man setzt nämlich das durch ein Paar Reifen vorläufig etwas zusammengehaltene Fass in einen Behälter, der mit Dampf aus einem Dampfkessel angefüllt wird, und nimmt die fernere Bearbeitung vor, nachdem das Holz durch dieses Mittel gehörig biegsam geworden ist (vergl. S. 689).

Die beiden Enden des Fasses werden nun mit der Säge beschnitten, die hiernach noch über die Stelle des Bodens hervorspringenden Teile der Stäbe (die Kimme) auf der Hirnseite mit dem Stemmhobel (S. 658), auf der inneren Fläche durch Behauen mit dem Beile, Beschneiden mit dem Krummeisen und Abhobeln mit dem Gärbhobel (S. 658) geglättet. Dann wird die Kröse, Kimme oder der Falz, worin der Rand des Bodens Platz finden soll, mit den dazu gehörigen Werkzeugen ausgearbeitet (S. 710).

Die Böden werden aus dem dazu bestimmten Holze (S. 596) verfertigt, indem man die einzelnen Stäbe an den langen Rändern auf der Stossbank und dann mit dem Glatthobel oder Fugenhobel (S. 657) recht

gerade abfügt, sie durch Dübbel verbindet (S. 701), mit dem Zirkel den Umkreis des Bodens vorzeichnet, und denselben mit der Säge ausschneidet; die äussere Fläche mit dem Rauhhobel und Glatthobel abrichtet, mit dem Schabhobel (S. 658) etwas hohl ausarbeitet; den Rand mit dem geraden Zugmesser beschneidet und mit dem Bodenbramschnitt (S. 661) abschrägt; endlich mit dem Stabzeug, Kranzhobel oder Bahnhobel beliebige Verzierungen hervorbringt. — Um die Böden in das Fass einzusetzen, werden die Reifen in der Nähe der Enden teils abgenommen, teils gelockert, die Dauben soviel nötig auseinander gezwängt, und nach dem Einsetzen des Bodens die Reifen wieder fest aufgetrieben.

Den Beschluss macht das Streifen des Fasses, d. h. das Glätten desselben von aussen, mittels des Streifhobels (S. 658), wobei alle Reifen abgenommen werden; das Beschlagen, nämlich das Wiederantreiben der erforderlichen Anzahl Reife, wobei gewöhnlich zugleich die Fugen zwischen den Dauben verrohrt (d. h. durch zwischengelegte Blätter der Rohr- oder Lieschkolbe, *Typha latifolia*, dichter gemacht) werden; das Bohren des Spundloches und (sofern ohne weiteres die Anbringung eines Hahnes oder Zapfens beabsichtigt wird) des Zapfenloches.

Die Verfertigung anderer Gefässe, welche ausser den Fässern vom Böttcher gemacht werden, ergiebt sich zum grossen Teile aus dem Gesagten von selbst; sie ist jedoch in mehreren Beziehungen einfacher und leichter, da jene Stücke nur einen Boden haben, und nicht von bauchiger Gestalt, sondern in der Regel abgestutzt kegelförmig sind, aus letzterem Grunde also die Dauben geradlinige Fugen erhalten.

Die Anwendung von Maschinen zur Verfertigung der Böttcher-Ware, der Fässer für trockene Gegenstände (welche minderer Genauigkeit in der Ausführung bedürfen), der Fässer für Flüssigkeiten, sowie der Bottiche und Eimer, ist vielfältig unternommen worden; zahlreiche Maschinen, bezw. Maschinenreihen sind erdacht und ausgeführt worden, teils zur Gestaltung der Dauben, teils zur vollständigen Herstellung der Fässer.[1])

Es handelt sich um die Anfertigung zahlreicher Gegenstände derselben Art und vielfach derselben Abmessungen, weshalb lohnend erscheint, hierfür Maschinen zu verwenden, welche nur dem einen Zweck dienen und deshalb trotz verhältnismässiger Billigkeit bezw. Einfachheit gute und billige Arbeit liefern.

In dem folgenden soll der Versuch gemacht werden, die Verfertigungsweise der Daubenfässer (es giebt auch Fässer genannte Gefässe, die nicht aus Dauben zusammengesetzt sind) übersichtlich darzustellen. Dabei ist zwar zu unterscheiden zwischen Fässern für Flüssigkeiten und solchen für trockene Waren; allein die Grenze der Anforderungen, welche an diese beiden Arten gestellt werden, ist so verwischt, dass ich darauf verzichte, hiernach eine Zerlegung des vorliegenden Stoffes vorzunehmen.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1837, Bd. 8, S. 626 m. Abb.
Jahrb. d. Wiener polyt. Inst. 1820, Bd. 2, S. 391; 1829, Bd. 15, S. 168, S. 171.
D. p. J. 1833, **70**, 418 m. Abb.; 1854, **131**, 427 m. Abb.; 1860, **157**, 12 m. Abb.

Es wird nicht an Gelegenheit fehlen, die Güte bezw. Dauerhaftigkeit und Dichtigkeit der erzeugten Fässer — das sind die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale — an geeigneten Stellen zu kennzeichnen.

A. Vorbereitung der Dauben.

Wie schon erwähnt, werden zu den besten Fässern durch Spalten gewonnene Daubenhölzer verwendet. Bei sorgfältiger Auswahl der Hölzer und Anwendung zweckmässiger Biegevorrichtungen kann man jedoch auch aus geschnittenem Holz tadellose Dauben erzeugen.

Richards empfahl seiner Zeit den Dauben einen bogenförmigen Querschnitt dadurch zu geben, dass man das in Dauben zu zerlegende Holz um eine feste Achse einer Bandsäge gegenüber dreht[1]); es scheint dieses Verfahren keinen Beifall gefunden zu haben. Dasselbe ist zu sagen von der Pendelsäge mit kreisbogenförmig gekrümmtem Sägeblatt.[2]) Zwar ist bei dieser die Länge des Schnittes, bezw. der Dauben nicht beschränkt, wie bei der hier folgenden Kronensäge, dagegen dürfte schwierig sein, das Sägeblatt in genauer Kreisbogengestalt zu erhalten, wenn es nicht unverhältnismässig dick gemacht wird. Die pendelnde Bewegung hindert aber rasch zu arbeiten.

Die Trommel- oder Kronensäge (I, 417)[3]) wird zu gleichem Zweck häufiger verwendet, insbesondere für kürzere Dauben. Eine Holzersparnis ist durch sie — angesichts der erforderlichen Weite des Sägenschnittes — nur in mässigem Grade zu erreichen. Wohl aber wird die Gestalt der Dauben durch sie günstig beeinflusst, sowohl, wenn die durch sie gewonnenen Dauben für geringwertige, als auch wenn sie für wertvolle Fässer verwendet werden. Mindestens angenehm ist die Einrichtung derselben, vermöge welcher die abfallende Daube in ein löffelartiges Gefäss fällt und mittels dieses sich bequem aus der Säge hervorholen lässt, sowie die andere, dass die Sägespäne abgesaugt werden.[4])

Der Vorschlag, die Dauben von dem gut gedämpften und dadurch erweichten Holzkörper mittels eines auf- und niederspielenden Messers abschneiden zu lassen[5]), hat wohl nur Bedeutung für dünne Dauben, indem bei diesen in der Ersparnis des Sägeschnitts eine nennenswerte Holzersparnis liegt.

Die für bessere Fässer bestimmten Daubenhölzer werden nun meistens zunächst an ihren breiten Flächen geglättet, was mittels einer Walzenhobelmaschine (S. 663) geschieht. Nicht selten soll hierdurch die endgültige Glättung gegeben werden; alsdann erfordert die Wahl des Krümmungshalbmessers, nach welcher die Schneiden der Hobelmaschine zu gestalten sind, einige Aufmerksamkeit. Fig. 167 und 168 stellen eine Daube in Endansicht und Längenschnitt dar, und zwar in der Gestalt, in welcher sie schliesslich im Fass sich



Fig. 167.

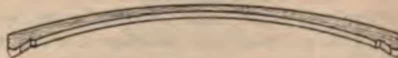


Fig. 168.

befindet. Man sieht nun aus den Figuren, dass die äussere Krümmung der Daube quer gegen ihre Länge in der Mitte der letzten nach dem grössten

[1]) D. p. J. 1870, **223**, 251 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1846, **100**, 444 m. Abb.; 1861, **160**, 102 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1863, **169**, 410.
[4]) D. p. J. 1885, **257**, 223 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1883, **248**, 443 m. Abb.

Halbmesser R, die Krümmung am Ende der Daube aber nach dem Halbmesser r gemacht werden soll. Diejenige einheitliche Krümmung, welche sich den verschiedenen am besten anschliesst, die glättesten Fassflächen liefert, liegt etwa um $^1/_4$ der Fasslänge von den Daubenenden zurück.

Für die Aushöhlung der Dauben hat man eine Querhobelmaschine angewendet, deren Messerkopf so gross ist wie die Fassweite.[1] Statt dessen benutzt man jetzt, wie schon erwähnt, Lang- oder Walzenhobelmaschinen, welche gleichzeitig die äussere und innere Daubenfläche bearbeiten.

Man legt zwei Messerköpfe, von denen die Messer des einen der Aussenfläche der Daube nach hohl gekrümmt sind, diejenigen des andern aber sich der beabsichtigten Innenkrümmung der Dauben anschliessen, neben- oder übereinander, und zwar in solcher Entfernung, dass die Daubendicke zwischen den Messerbahnen frei bleibt.[2] Die Dauben für bessere Fässer sollen jedoch an ihren Enden dicker sein als in der Mitte, in der Weise, wie z. B. die Schnittfigur 169 darstellt. Behufs Erzeugens dieser Gestalt wird einer der Messerköpfe (in der Regel der obere) nachgiebig gelagert und mit der Daube eine Lehre verschoben, welche die entsprechend belasteten Lager dieses Messerkopfes der verlangten Längengestalt entsprechend sinken lässt oder hebt.[3] Eine von Holmes vorgeschlagene Einrichtung[4], welche denselben Zweck ohne nachgiebige Lagerung eines Messerkopfes erreichen soll, dürfte sich nicht bewähren.

B. Fügen der Dauben.

Die Herstellung genauer Fugenflächen ist zweifellos eine der wichtigsten Aufgaben der Fassverfertigung, indem von ihr nicht allein die gute Gestalt und die Sicherheit der Lage der Daube im Fass abhängt, sondern vor allem auch die Dichtheit des Fasses. Es nehmen denn auch die Fügemaschinen innerhalb der Fassverfertigungsmaschinen den breitesten Raum ein.

Im fertigen Fass sollen die Fugen Ebenen sein, die, gehörig vergrössert, durch die Fassachse gehen würden. Vor dem Biegen der Dauben sind daher die Fugenflächen doppelt gekrümmt. Es werden nun zwei Richtungen bei dem Bau der Fügemaschinen verfolgt, indem sie entweder bestimmt sind an den ungebogenen Dauben oder an den richtig gebogenen Dauben die Fugenflächen auszubilden.

a. Maschinen zum Fügen ungebogener Dauben. Man hat dieselben zu unterscheiden in solche, welche die Krümmung der Fugen nur angenähert richtig erzeugen, also der Nachgiebigkeit des Holzes überlassen, bei dem Binden des Fasses die vorhandenen Ungenauigkeiteiten auszugleichen (Scheiben-Fügemaschinen) und solche, welche die richtige doppelte Krümmung der Fugenflächen hervorbringen.

Die Messerscheiben der ersteren drehen sich mit ihrer wagerechten Welle und befinden sich ausserhalb der Lager, sodass ihre Arbeitsseite bequem zugänglich ist. Ihre Schneiden ragen nur um die Spandicke aus den Scheiben hervor; erstere wie letzte sind so gekrümmt, wie die Längengestalt der Dauben es bedingt. Die erforderliche Schräge der Fugenfläche wird durch die Schräge der Auflage gewonnen. Diese besteht in einem Rahmen, der um eine tieferliegende Achse schwingt und entsprechend schrägliegende Arme zur Stützung einer Daube hat. Zwei über den äusseren dieser Arme befindliche Schienen

---

[1]) Arsenal Woolwich, D. p. J. 1863, **169**, 410 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1870, **195**, 223 m. Abb.; 1883, **248**, 444 m. Abb.
Le génie civil 1889, S. 192 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1880, **236**, 368 m. Abb.
Deutsche Industrie-Zeitung 1885, S. 136 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1880, **238**, 293 m. Abb.

können durch einen Tretschemel niedergedrückt werden, wobei sie die Daube fest gegen jene Arme drücken. Die so festgehaltene Daube wird mit dem Einspannrahmen gegen die Messerscheibe gedrückt. Das Einspannen und Losnehmen, wie auch die eigentliche Bearbeitung nimmt nur wenig Zeit in Anspruch; aber es kann zur Zeit nur eine Fuge gebildet werden und die Erhaltung der richtigen Messerkrümmung ist nicht leicht.[1])

Wenn die Achsen zweier Messerköpfe *A*, Fig. 169, so gegeneinander schräg gelegt werden, dass die Verlängerungslinien der geraden Schneiden, welche die zwischen ihnen liegende Daube *D* bearbeiten, in einem Punkte *M* sich schneiden, so wird die genaue Fügung erhalten, indem man *D* um den Halbmesser, welchen das Fass an der betreffenden Stelle haben soll, von *M* entfernt hält. Es muss daher die Daube *D*, während sie zwischen den Messerköpfen *A* hindurch bewegt wird, anfänglich, und zwar bis zu ihrer Mitte sich von *M* entfernen, dann sich diesem Punkte wieder nähern, was durch eine gleichzeitig mit der Daube sich verschiebende Lehre bewirkt werden kann.[2]) Bei der angezogenen Maschine sind die Wellen der Messerköpfe *A* so gelagert, dass man ihre Schräglage ohne Umstände innerhalb ziemlich weiter Grenzen zu verändern, also die Breite der Dauben verschieden machen kann.

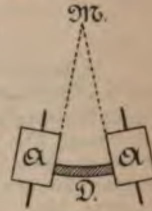


Fig. 169.

b. Maschinen zum Fügen gebogener Dauben. Sie erscheinen als die natürlichsten, indem es sich nur darum handelt, ebene Flächen zu erzeugen, d. h. eine einfache Aufgabe zu lösen. Allein, ihre Benutzung wird dadurch erschwert, dass dicke Dauben sich nicht leicht biegen lassen. Man entschliesst sich daher, wenn es sich um dickere Dauben handelt, zu einem vorherigen Biegen (s. w. u.) derselben.

Während der Bearbeitung müssen die Dauben in dem richtig gebogenen Zustande erhalten bleiben, sodass sowohl bei den vorher gebogenen, als den vorher nicht gebogenen Dauben eine Einspannvorrichtung erforderlich ist, welche die richtige Gestalt der Daube sichert. Sie besteht zuweilen lediglich aus einer eisernen oder hölzernen Lehre *A*, Fig. 170, welche an einem Ende einen Haken *B* trägt, unter welchen die Daube gesteckt wird, während am anderen Ende

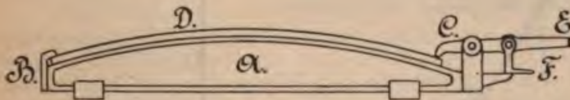




Fig. 170.

ein Hebel *CE* zum Niederdrücken des freien Daubenendes angebracht ist. Die Stütze *F* hält diesen Hebel fest und sein Arm *E* dient als Handhabe, um Einspannvorrichtung mit Daube der Führung entlang zwischen den Werkzeugen hindurch zu schieben. Zuweilen wird die Daube gegen eine hohle Lehre gedrückt (Fig. 171), zuweilen verwendet man zwei Lehren, welche beide breiten Seiten der Daube anfassen (Fig. 173 und 174).

Es kann dann die Ebene gebildet werden, indem die eingespannte Daube

[1]) Engineering, Juni 1879, S. 569 m. Abb.
D. p. J. 1883, **248**, 445 m. Abb.
Deutsche Industrie-Zeitung 1885, S. 137 m. Schaubild.

[2]) D. p. J. 1888, **267**, 390 m. Abb.

(oder gleichzeitig mehrere derselben)[1]) an einem ebenen Sägeblatt entlang geführt wird.

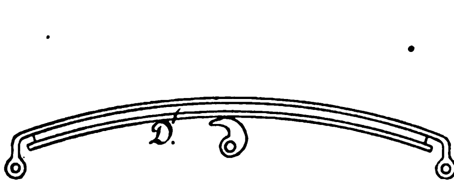
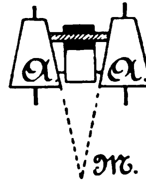


Fig. 171.



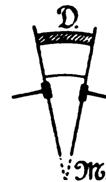


Fig. 172.

Insbesondere sind Kreissägen für diesen Zweck beliebt. Sie können paarweise angebracht werden, sodass bei einem Durchgange des Werkstückes beide Fugenflächen gleichzeitig Bearbeitung erfahren, und zwar entweder nach Fig. 170[2]) oder nach Fig. 172.[3]) In beiden Fällen richtet man die Lagerungen der Kreissägen so ein, dass sie um den Punkt *M* drehbar sind, bezw. so eingestellt werden können, dass die Ebenen der Kreissägen in einer durch *M* gehenden geraden Linie sich schneiden.

Es ist aber auch ein einziges Sägeblatt brauchbar, z. B. in der Anordnung, welche Fig. 173 und 174 darstellen.[4]) Die Daube *D* ist in einen Bügel *A* ge-

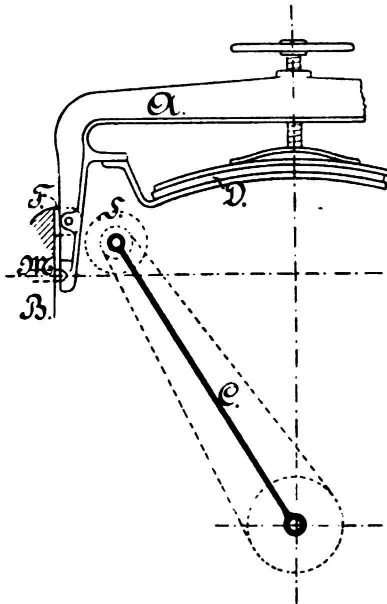


Fig. 173.

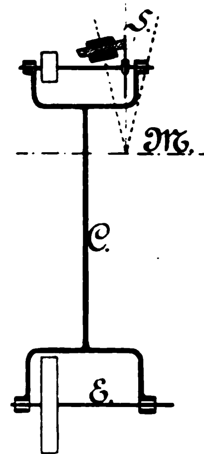


Fig. 174.

spannt, welcher um die Spitzen *M* zweier im Gestell *B* gelagerten Schrauben schwingt. Die Linie *M*-*M* stellt die Achse des Fasses dar, zu welchem die

[1]) v. Lihatscheff, D. p. J. 1861, **160**, 102 m. Abb.
[2]) Sentker, D. p. J. 1880, **236**, 370 m. Abb.
Gebr. Schmalz, Deutsche Industrie-Zeitung 1885, S. 154 m. Schaub.
[3]) Arsenal Woolwich, D. p. J. 1863, **169**, 410 m. Abb.
[4]) Arbey, D. p. J. 1877, **226** 34 m. Abb.

Daube *D* gehört. Das Sägeblatt *S* liegt in einer senkrechten, durch *M-M* gehenden Ebene und bleibt in ihr, wenn es mit dem Rahmen *C* um die Achse *E* pendelnd sich bewegt. Jeder Schnitt, welchen die Säge längs der Daube erzeugt, ist daher eine richtige Fugenfläche der letzteren. Um eine bestimmte Daubenbreite zu erhalten, sind am Gestell *B* einstellbare Anschläge *F* angebracht. Nach Einspannung der Daube legt man den Rahmen *A* zunächst gegen den einen dieser Anschläge und führt *S* an ihr entlang, hierauf lehnt man *A* gegen den anderen Anschlag und führt die Säge *S* an der anderen Seite längs der Daube.

Wenn die Sägen genau sind, gut geführt werden und vorwiegend in der Faserrichtung schneiden (wie im vorliegenden Falle), so werden die Fugenflächen auch für Flüssigkeitsfässer genügend glatt, ja von mancher Seite werden mittels solcher Sägen erzeugte Fugenflächen den gehobelten vorgezogen.

Im anderen Falle führt man die Dauben wie für die Sägefügmaschinen an Messerköpfen oder Messerscheiben vorüber, entweder, nachdem die Seitenbegrenzungen schon aus dem Groben gestaltet sind (vielleicht mittels einer der soeben beschriebenen Säge-Fügemaschinen) oder in rohem Zustande. Fig. 171 stellt die Richards'sche Maschine[1]) dar. Die Daube *D* wird mit ihrer Einspannvorrichtung längs einer geraden Führung zwischen zwei kegelförmigen Messerköpfeu *A* hindurch geführt. Die Schneiden der zur Zeit arbeitenden Messer liegen in geraden Linien, welche sich in dem mehrfach genannten Punkte *M* kreuzen. Jede andere Daubenbreite erfordert demnach bei gleicher Fassweite eine andere Zuspitzung der Messerköpfe. Ebenso ist es bei der durch Fig. 175 versinnlichten Anordnung, bei welcher zwei Messerköpfe auf derselben Welle angebracht sind.[2])

Frei von dieser Beschränkung sind die Fassdaubenfügmaschinen, welche Fig. 176 ihrem Wesen nach darstellt.[3])

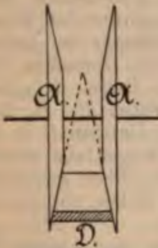


Fig. 175.



Fig. 176.

Die Schneiden der Messerscheibe *A* liegen in einer zur Drehachse winkelrechten Ebene; in derselben die Achse *M*, um welche sich der Rahmen mit der eingespannten Daube frei drehen lässt. Jede von den Messern an der Daube erzeugte Fläche ist daher als Fugenfläche richtig. Die Änderung der Daubenbreite ist ohne weiteres möglich; auch sind Dauben für verschiedene Fassdurchmesser zu bearbeiten, indem die Entfernung der Daube von der Schwingungs- (oder Fass-) Achse *M* frei eingestellt werden kann.

Ersetzt man die ebene Messerscheibe durch einen ebenen Tisch mit eingelegtem Hobeleisen (vergl. d. Stossbank, S. 658), bringt in dem Tisch am Ort der Achse *M* eine gerade Nut an und verschiebt in dieser Nut die Enden zweier entsprechend lang hervorragender Arme des Einspannrahmens, indem die ein-

[1]) D. p. J. 1870, **223**, 256 m. Abb.
[2]) Pile, D. p. J. 1870, **195**, 224 m. Abb.
[3]) Richards, D. p. J. 1870, **223**, 256 m. Abb.
Pötter, D. p. J. 1887, **266**, 101 m. Abb.

gespannte Daube mit dem Hobeleisen in Berührung gehalten wird, so entsteht durch derartige Handarbeit ebenfalls eine genaue Fugenfläche.[1])

C. Fertigmachen der Dauben.

Dasselbe kommt im vorliegenden Sinne in der Regel nur dann unmittelbar nach dem Fügen in Frage, wenn die Dauben als solche in den Handel gebracht werden sollen. Es handelt sich darum, die Endflächen der Dauben gehörig zu gestalten und die Kimmen oder Krösen, jene Furchen, in welche demnächst der Fassboden greifen soll, einzuschneiden.

Man verwendet hierfür Fräsköpfe, welche paarweise vielleicht auf derselben Welle angebracht sind und bearbeitet mit ihnen gleichzeitig beide Daubenenden. Haben die Fräsköpfe die Fassweite zum Durchmesser, so werden die Dauben (welche geeignet eingespannt sind) ihnen nur in entsprechendem Grade genähert[2]); will man aber mit kleineren Fräsköpfen Dauben mit grösserem Krümmungshalbmesser bearbeiten, so sind die Dauben in einem entsprechenden Bogen an den Fräsköpfen entlang zu führen.[3])

D. Zusammensetzen der Dauben und Binden der Fässer.

In der Regel folgt auf das Fügen der Dauben das Aufsetzen und vorläufige oder auch endgültige Binden, worauf dann die Ränder bearbeitet und die Kimmen eingeschnitten werden.

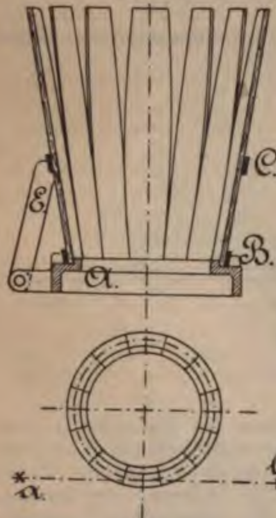


Fig. 177 u. 178.

a. Das ältere Aufsetzen der Dauben (von dem S. 757 beschriebenen etwas abweichend), welches auch heute vielfach anngewendet wird, findet in folgender Weise statt. Ein gusseiserner Ring *A*, Fig. 177, ist mit einem hervorragenden Rande versehen, dessen äusserer Durchmesser der lichten Weite der Fassmündung entspricht. Zwischen Vorsprung des Ringes *A* wird ein Reifen *B* gelegt und ein zweiter *C* auf drei Stützen *E*. In diese Vorrichtung stellt man nun die Dauben *D* in der Weise, wie Fig. 177 angiebt. Nötigenfalls werden die beiden Reifen der Fassmitte näher getrieben, um so die Dauben einstweilen sicher zusammenzuhalten.

Vielleicht ist zweckmässiger, den Aufsetzring *A* so gross zu machen, dass der abgestumpfte Kegel der aufgesetzten Dauben oben den kleinsten, unten den grössten Durchmesser erhält[4]), also die Fig. 177 zum Teil auf den Kopf gestellt wird.

b. Biegen der Dauben. In vielen Fällen sind die Dauben bereits vor dem Aufsetzen gebogen oder gebogen gewesen (S. 761). Solches vorheriges Biegen, welches dem unter *Bb* (S. 761) beschriebenen Fügeverfahren vorangehen muss, wenn es sich um dickere Dauben (wie dicht sein sollende Fässer sie verlangen) handelt, findet in ähnlicher Weise

---

[1]) Brunsweiler, D. p. J. 1880, **236**, 369 m. Abb.
Gerard, Z. d. V. d. I. 1882, S. 584 m. Abb.
[2]) Richards, D. p. J. 1870, **223**, 259 m. Abb.
[3]) Richards, vorige Quelle.
Pile, D. p. J. 1870, **195**, 225 m. Abb.
[4]) Hewitt, D. p. J. 1887, **265**, 351 m. Abb.

statt, wie das Biegen des Holzes überhaupt (S. 688), d. h. es werden die Dauben gehörig gedämpft und dann mittels geeigneter Lehren in die krumme Gestalt gebracht.[1])

Hawley und Lord[2]) ziehen das Erweichen durch trockne Wärme (s. w. u.) vor. Sie stellen über eine Feuerstelle einen eisernen Hohlkörper, dessen Aussengestalt dem Innern des herzustellenden Fasses entspricht, setzen um diesen Hohlkörper die Dauben auf und zwar unter Zuhilfenahme eines sich von unten nach oben erweiternden Ringes, bringen gleichachsig mit diesem und den aufgesetzten Dauben einen zweiten solchen Ring an, der aber seine weitere Öffnung nach unten kehrt, und nähern — nachdem die Dauben entsprechend erwärmt sind — beide Ringe gewaltsam, sodass sie die gebogene Gestalt annehmen müssen.

Dünne Dauben, z. B. solche für Cementfässer werden oft, nachdem sie aufgesetzt sind, ohne weiteres der Biegung unterworfen, dickere Dauben müssen zunächst erweicht werden. Das geschah früher durch ein im Innern des Fasses angebrachtes freies Feuer. Wegen der Feuergefährlichkeit dieses Verfahrens hat man das freie Feuer durch einen Korb mit glühenden Kohlen oder einen kleinen Ofen ersetzt[3]), oder führt heisse Gase durch das Fass.[4])

Die trockne, innen wirkende Wärme begünstigt das Biegen der aufgesetzten Dauben in zwei Richtungen. Es krümmen sich nämlich die Dauben selbstthätig ein wenig nach innen wegen des hier stattfindenden Schwindens und die Dauben nehmen rascher den gekrümmten Zustand als dauernden an, als wenn die Erweichung durch feuchte Wärme (heisses Wasser oder Dampf) stattgefunden hat, indem in letzterem Falle das Holz in der Zwangslage trocken werden muss, um die betreffende Gestalt selbstthätig beizubehalten. Immerhin enthält die Erweichung durch Dampf manche Vorteile gegenüber derjenigen durch trockne Wärme, sodass sie häufiger angewendet wird als letztere.

Man bringt zu dem Ende die durch das vorhin erwähnte Aufsetzen einstweilen verbundenen Dauben in einen Dämpfkasten oder eine Dämpfkammer, oder stülpt eine Glocke über das im Werden begriffene Fass[5]), dem man dann den Dampf in geeigneter Weise zuführt.

Nach dem Erweichen werden die noch sperrenden Enden der Dauben zusammengezogen und zwar (seltener) durch eine Presse oder durch ein Seil, eine Kette oder biegsames Band, oder endlich durch eine Glocke.

Die Seil- oder dergl. Bindemaschine[6]) besteht gewöhnlich in einer auf einem geeigneten Gestell angebrachten Winde, welche das um die Dauben geschlungene und bei a, Fig. 178. am Maschinengestell befestigte Band nach b zieht.

Die Glocken-Bindemaschine[7]) wird ihrem Wesen nach durch Fig. 179 dargestellt. Das aufgesetzte Fass F ruht auf einem Tische A in gleicher Achse mit ersterem und über ihm befindet sich die Glocke G. Letztere ist mit Nuten versehen, welche zur Aufnahme der Reifen R dienen. Man bewegt nun Tisch A und Glocke G so gegeneinander, dass die noch freien Enden der Dauben in

---

[1]) Holmer, D. p. J. 1884, **256**, 62 m. Abb.
Bodenheim, D. p. J. 1887, **265**, 344 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1887, **265**, 346 m. Abb.
[3]) Arsenal Woolwich, D. p. J. 1863, **169**, 410 m. Abb.
Dunbar, D. p. J. 1888, **267**, 392 m. Abb.
[4]) Hawley u. Lord, D. p. J. 1887, **265**, 346 m. Abb.
[5]) Gebr. Frühinsholz, D. p. J. 1885, **257**, 131 m. Abb.
[6]) Richards, D. p. J. 1870, **223**, 257 m. Abb.
Ruthel, D. p. J. 1880, **236**, 372 m. Abb.
Verschiedene, D. p. J. 1883, **248**, 446 m. Abb.
[7]) Arsenal Woolwich, D. p. J. 1863, **169**, 410 m. Abb.
Gebr. Frühinsholz, D. p. J. 1883, **248**, 449 m. Abb.; 1885, **257**, 131 m. Abb.
Dunbar, D. p. J. 1887, **265**, 352 m. Abb.
Arbey, Le génie civil 1889, S. 193 m. Abb.

die Glocke dringen, durch diese zusammengebogen werden und in die Reifen treten. Die Glocke *G* ist zweiteilig; ihre beiden Teile sind durch Gelenk miteinander verbunden, sodass man nach stattgehabtem Einpressen des Fasses die eine Hälfte der Glocke zurückklappen und das Fass herausnehmen kann. Zuweilen werden die freien Daubenenden, um ihnen das Eintreten in die Glocke

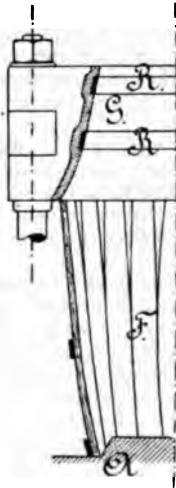


Fig. 179.

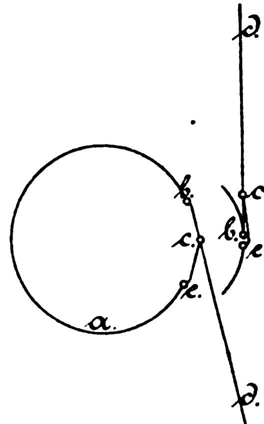


Fig. 180.

zu erleichtern, mittels eines Seiles oder eines Werkzeugs, welches einer Sackschnalle im wesentlichen gleicht, vorläufig etwas zusammengebogen. Letzteres Werkzeug versinnlicht Fig. 180. *a* ist ein dünner, biegsamer Stahlreifen, an welchen einerseits ein doppelarmiger Hebel *bcd* und anderseits eine gekrümmte Zugstange *ce* greift. In der linksseitig gezeichneten Lage ist das Band *a* in grossem Halbmesser gekrümmt, die andere Lage stellt dasselbe zusammengezogen dar.

Die Glockenbindemaschine verwendet man sowohl zum vorläufigen Binden — wenn solches überhaupt in Frage kommt — als auch zum endgültigen Binden. Nicht selten werden zwei Glocken angewendet, die ihre weiten Enden einander zukehren und gleichzeitig beide Fasshälften mit Reifen versehen.

Es ist vorgeschlagen, statt des w. o. beschriebenen Aufsetzens, die Dauben um einen zusammenklappbaren Ring vom Durchmesser der grössten Fassweite zu legen[1]), mittels eines äusseren Reifen in der Mitte vorläufig festzuhalten und dann die freien Enden der Dauben zusammenzuziehen und zu bereifen.

In gleicher Richtung geht folgendes Verfahren noch weiter.[2]) Ein zusammenklappbarer Hohlkörper, dessen Aussengestalt dem Fassinnern entspricht, dreht sich langsam um eine wagerechte Achse. Er ist von drei Ringen (in der Mitte und an beiden Enden) gleichachsig umgeben, die von dem zusammenlegbaren Kern um die Daubendicke abstehen und so gestaltet sind, dass man die Dauben in der Richtung der Tangente einschieben kann. Nach Umständen befindet sich eine Biegevorrichtung vor der Eintrittsstelle der Dauben. Man

[1]) E. aus dem Werth, D. p. J. 1883, **248**, 446 m. Abb.
Dunbar, D. p. J. 1887, **265**, 352 m. Abb.

[2]) Wrigt, D. p. J. 1883, **248**, 448 m. Abb.
Erichson, D. p. J. 1887, **265**, 347 m. Abb.

schiebt nun Daube für Daube ein, welche sich aneinander reihen, schiebt zwei bereit gehaltene Reifen auf die spitzen Fassenden, klappt den Kern zusammen und die Ringe auf (bezw. schiebt die beiden Endringe zurück) und lässt das vorläufig gebundene Fass herausrollen.

c. Herstellung der Fassböden. Das Zusammenfügen der Böden aus einzelnen Brettern bietet nichts Erwähnenswertes. Behufs des Rundschneidens spannt man sie zwischen zwei ebene Scheiben oder eine solche ebene Scheibe und einen mit hervorragenden Spitzen versehenen Stern, mit welcher Einspannvorrichtung sie umgedreht, bezw. der Säge entgegengeführt werden können. Dieselbe Einspannvorrichtung dient dazu, die Böden an Fräsköpfen vorüber zu führen, welche ihren Rand ausbilden.[1])

d. Fertigmachen des Fasses. Das vorläufig gebundene Fass wird nun, wenn die Dauben nicht vorher völlig fertig gestaltet waren, in ein, bezw. zwei Futter gesteckt, an den Enden abgedreht oder abgefräst und mit den Kimmen versehen.[2]) Wrigt will diese Arbeiten in derselben Maschine vollziehen, welche zum Binden dient.[3]) Es werden die Böden eingesetzt und die endgültigen Reifen aufgezogen, wozu man Handtreiber (Aufsetzhämmer) durch Maschine bethätigte Treiber[4]) oder die w. o. erwähnten Glockenpressen benutzt.

Die nur kegelförmig verjüngten Eimer und Bottiche sind, weil ihren Dauben die Biegung fehlt, durch einfachere Mittel zu verfertigen, welche einer besonderen Beschreibung nicht bedürfen. Erwähnenswert erscheint mir nur eine Vorrichtung an der Kreissäge, vermöge welcher Bretter in Dauben zerlegt werden, ohne andern Holzverlust als den durch die Sägeschnitte. Die Zerlegung findet nach Fig. 181 statt, die einer Erläuterung nicht bedarf.[5])



Fig. 181.

2. Wagner-Arbeiten.[6])

Der Wagner, Stellmacher verfertigt die Holzarbeit an Wägen aller Art, ferner mancherlei wagenartige Geräte, als Schiebkarren, Pflüge u. s. w. Eine ins einzelne gehende Erklärung der dabei vorkommenden Verrichtungen ist nicht ohne Beschreibung der Wagen-Bauarten selbst zu geben, welche hier nicht beabsichtigt wird. Das Folgende beschränkt sich deshalb auf einige allgemeine Bemerkungen.

---

[1]) v. Lihatscheff, D. p. J. 1861, **160**, 102 m. Abb.
Worsam, D. p. J. 1880, **236**, 371 m. Abb.
Ransome u. Wilkie, D. p. J. 1887, **265**, 354 m. Abb.
Arbey, Le génie civil 1889, S. 193 m. Abb.

[2]) v. Lihatscheff, D. p. J. 1861, **161**, 106 m. Abb.
Arsenal Woolwich, D. p. J. 1863, **169**, 410 m. Abb.
Pile, D. p. J. 1870, **195**, 225 m. Abb.
Reimers, D. p. J. 1883, **248**, 450 m. Abb.
Arbey, Le génie civil 1889, S. 193 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1883, **248**, 448 m. Abb.

[4]) Beasley, D. p. J. 1883, **248**, 449 m. Abb.

[5]) Stahl, D. p. J. 1887, **265**, 344 m. Abb.

[6]) Lebrun, Manuel du charron et du carrossier, 2 Tomes, Paris 1833. — J. C. Rinne, Theoret. prakt. Handbuch des Wagners, Stellmachers und Chaisenfabrikanten, Weimar und Ilmenau 1835. — L. Beckmann, Theoretisch-praktisches Handbuch des Wagners und Chaisenfabrikanten, Weimar 1848. — F. A. Bickes, Darstellung der Kunst der Kutschenfabrikation, Freiburg 1829.

Die Holzarten, welche vom Wagner angewendet werden, sind vorzüglich Esche und Ulme, ausserdem Birke, Eiche, Rotbuche, Nussbaum, Weissbuche, Ahorn. Linde, Pappel, Tanne und ähnliche Hölzer finden nur bei Kutschenkästen zu solchen Teilen, welche keine grosse Gewalt zu leiden haben, Anwendung. In England macht man oft die Füllungen an Kutschen von geringem Mahagoni.

Die hölzernen Bestandteile werden entweder aus dünnem Rundholz (Stangenholz, S. 594) gemacht oder aus Klötzen gespalten (S. 595), oder aus Bohlen von verschiedener Dicke zugeschnitten, wozu grösstenteils Handsägen, in sehr grossen Werkstätten aber auch oft Maschinen in Anwendung kommen. Für die Darstellung krummer Bestandteile, die bei Wagenarbeit in grosser Menge vorkommen, ist das Biegen (S. 688) von äusserster Wichtigkeit, und verdient überall angewendet zu werden, wo Gelegenheit dazu ist. Die Felgen der Räder können durch dieses Mittel aus einem einzigen Stücke gemacht werden. Die Füllungen der Kutschenkästen erhalten ihre (quer über die Richtung der Fasern gehende) Wölbung ebenfalls durch Biegen, indem man sie mit einem Schwamme nass macht und zugleich vor ein hell brennendes Feuer hält (vergl. S. 571).

Die Hauptwerkzeuge des Wagners, zur Ausarbeitung des Holzes, sind: Sägen (die Klobsäge, S. 649, und Handsägen von verschiedener Grösse, welche mit jenen des Tischlers übereinstimmen); Beile (S. 634) und Dächsel (S. 634); Schnittmesser (S. 636); verschiedene Eisen (S. 637 bis 640), namentlich Stechbeitel, Kantbeitel, Stemmeisen, Lochbeitel, Hohleisen, Geisfüsse und Viereisen; Hobel (sowohl mehrere Arten der Tischlerhobel, als auch ganz eigentümliche, S. 656, 658, 661); Raspeln (S. 650); Bohrer (S. 674); einfache, stark gebaute Drehbänke, worauf die Naben der Räder abgedreht werden; Bohrmaschinen, um in den Naben die Löcher zum Einsetzen der Speichen vorzubohren. Zur Befestigung der Werkstücke während der Bearbeitung mit Handwerkzeugen dienen die Hobelbank (S. 631), die Schnitzbank (S. 632) und manche einfachere Vorrichtungen.

Obgleich wegen der Verschiedenartigkeit der Wagengestalten die Anwendung der Maschinen für Wagnerarbeiten sehr erschwert ist, so haben diese doch teilweise sich einzuführen vermocht. Es gehören hierher: Sägemaschinen zur Vorbereitung der Hölzer, Fräsmaschinen (S. 678) zu deren Ausbildung und wohldurchdachte Maschinen für die Erzeugung der Räderteile, bezw. Fertigstellung der Räder. Die Räderverfertigung bietet, da hier die Geschmacksverschiedenheit eine nur geringe Rolle spielt, Gelegenheit, zahlreiche gleichartige Teile zu bearbeiten, ist daher geeignet, Werkzeugmaschinen in weitestem Masse zu benutzen.

Es sollen deshalb in dem folgenden vervollkommnete Werkzeuge bezw. Werkzeugmaschinen für die Wagenräderverfertigung angegeben werden.

A. Bearbeitung der Nabe.

Die erste in Frage kommende Arbeit besteht in dem Bohren der Nabe. Das auf gehörige Länge zugeschnittene Holz wird auf dem Schlitten *a*, Fig. 182, einer liegenden Bohrmaschine wie folgt befestigt. Zwei Backenstücke *b* sind

quer gegen das Bett der Maschine zu verschieben, und zwar durch ein Handrad *c* mit Schraube, welche zur Hälfte mit linksgängigem, zur Hälfte mit rechtsgängigem Gewinde versehen ist, sodass der eine Backen *b* genau so viel nach rechts sich bewegt, wie der andere nach links verschoben wird und nach erstmaliger richtiger Einstellung jeder der Backen gleichweit von der Mitte der Maschine entfernt ist. Die Maulflächen der Backen *b* sind winkelförmig gestaltet, sodass die Mitte des eingespannten Werkstücks *w* stets dieselbe Höhenlage über dem Bett *d* hat. Ist daher die Bohrspindel richtig gelagert, so trifft deren Spitze in die Mitte des irgendwie grossen Werkstückes, welches in das Maul der Einspannvorrichtung geklemmt ist. Die vorliegende Maschine stimmt daher ihrem Wesen nach mit der Ankörnmaschine der Metallarbeiter (I, 667) überein.

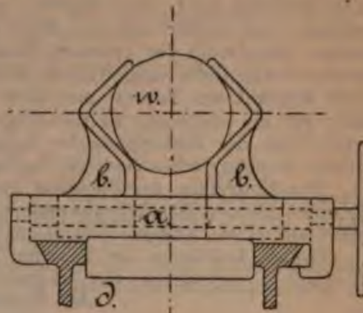


Fig. 182.

Zuweilen werden die Naben, bevor sie mit den Speichen und Felgen verbunden sind, also in der vorliegenden Bearbeitungsstufe endgültig gebohrt. Häufiger noch wird der Nabe die richtige Bohrung gegeben, nachdem ihre äussere Gestalt (durch Abdrehen bezw. Abfräsen, wovon sofort die Rede sein wird) gewonnen ist. Es wird alsdann die Nabe mittels eines selbstausrichtenden Futters (I, 583) erfasst, in dessen Achse sich die Bohrspindel verschiebt. Die kegelförmige Gestalt des Bohrloches gewinnt man durch allmähliches Herausschieben des Schneidzahnes.[1])

Die gebohrte Nabe steckt man auf einen Dorn und dreht sie auf einer Drehbank ab oder gestaltet sie mittels Fräsen. Guilliet hat eine Nabenfräsmaschine gebaut[2]), bei welcher ein mit verschiedenen Messern ausgerüsteter Messerkopf sowohl die Mantel- als auch die Stirnflächen der Nabe gleichzeitig bearbeitet.

Die Speichenlöcher werden regelmässig rechteckig gestaltet, indem man sie mittels einer Bohrmaschine vorbohrt und mittels einer Stemmmaschine (welche mit der Bohrmaschine in geeigneter Weise verbunden ist) vollendet.[3])

Die fragliche Maschine ist mit einer Einteilvorrichtung versehen, um die Löcher gleichmässig auf dem Nabenumfang zu verteilen.

B. Gestalten der Speichen.

Die Speichen haben im allgemeinen ovalen Querschnitt und verjüngen sich von der Nabe bis zu dem Radkranz, haben aber meistens in der Nähe ihrer Enden einen Anlauf, um den Übergang zu den Zapfen zu erleichtern. Man benutzt daher zu ihrer Gestaltung sehr häufig sogenannte Kopiermaschinen (S. 681). Gilchrist[4]) empfiehlt eine Fräsmaschine, in welcher die Speiche um ihre Achse drehbar gelagert ist, während ein Messerkopf die ganze Länge der Speiche gleichzeitig bearbeitet. Der ovale Querschnitt wird dadurch erzielt, dass sich mit der Speiche eine Lehre dreht, welche die Speiche dem Messerkopf in gewünschter Weise entgegenführt, bezw. sie von letzterem etwas entfernt.

---

[1]) Baeurle, D. p. J. 1882, **245**, 248 m. Abb.
Wilke, D. p. J. 1884, **251**, 12 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1872, **206**, 10 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1885, S. 832.

[3]) Goss, D. p. J. 1878, **229**, 514 m. Abb.
Wilke, D. p. J. 1882, **246**, 364 m. Abb.
Perin, Panhard & Co., D. p. J. 1883, **249**, 189 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1883, S. 271 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1861, **161**, 87 m. Abb.

Nachdem auf diesem Wege jedem Speichenschaft die gleiche Gestalt und Grösse gegeben ist, gelingt leicht, die Speiche dem Messerkopf einer Zapfenschneidmaschine (S. 648 u. 668) gegenüber richtig einzuspannen, um die Zapfen auszubilden, welche in die Nabe greifen sollen.[1]) Die in den Radkranz greifenden Zapfen werden meistens erst dann gefräst, wenn die Speichen in der Nabe befestigt sind. Die Zapfen, welche in die Nabe greifen, sind nämlich verjüngt, um sie fest mit der Nabe verbinden zu können; so kann nicht ausbleiben, dass, trotz der genauen Bearbeitungsweise mittels Maschinen, die eine Speiche etwas tiefer eingetrieben wird, als die andere. Da nun die dem Radkranz zugekehrten Zapfen mit einer Schulter zu versehen sind, um die Last sicher auf die Radfelgen zu übertragen, so würde schon ein kleiner Unterschied in der Tiefe des Eintreibens der Speichen in die Nabe sich recht unangenehm fühlbar machen, wenn letztere Zapfen vor dem Eintreiben angefräst wären.

Das Eintreiben der Speichen findet mittels Handhammers oder auch mittels eines kleinen Maschinenhammers statt. Es ist bequem, die Nabe bei dieser Arbeit auf einen wagerechten Dorn, der gut gestützt ist, zu stecken.

Behufs Anfräsens der äusseren Speichen-Zapfen wird die Nabe ebenfalls auf einen — lotrechten oder wagerechten — Dorn gesteckt, um den Abstand der Zapfenschulter von der Nabenmitte möglichst genau gleich zu erhalten, indem das Werkzeug in gehöriger Entfernung von der Nabenmitte angebracht wird.

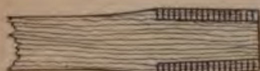


Fig. 183.

Sollen nun die in Rede stehenden äusseren Speichenzapfen rund werden, bedient man sich eines Hohlbohrers, also eines Messerkopfes, welcher rings um den zu erzeugenden Zapfen das Holz hinwegschneidet, wie Fig. 183 erkennen lässt.[2]) Flache Zapfen werden mittels der Zapfenschneidmaschine (s. o.) erzeugt.

C. Bearbeiten der Radfelgen.

Die Vorarbeiten unterscheiden sich, je nachdem die Radfelgen ihre krumme Gestalt durch Aussägen aus einer Bohle oder durch Biegen erlangen sollen.

Im ersteren Falle verwendet man gespannte Sägen, denen gegenüber die Bohle im Kreisbogen bewegt wird (S. 626). Von Natur krumme Hölzer, deren Krümmung nur berichtigt zu werden braucht, finden sich selten in der für einen grösseren Betrieb erforderlichen Menge. Man spannt die zugeschnittene Felge *f* in einen um eine feste Achse schwingenden Bügel *a*, Fig 184, und führt sie mit diesem zwischen zwei Messerköpfen *b* hindurch, welche die ebenen Flächen bearbeiten. Hierauf wird sie mit einer bogenförmigen Lehre *a*, Fig. 185, an einem aus dem Tisch einer Fräsmaschine hervorragenden Messerkopf entlang geführt (S. 680).[3])

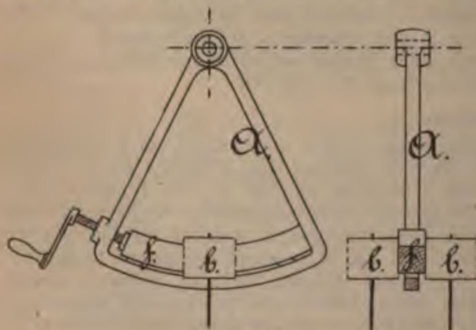


Fig. 184.

Gebogene Felgen (S. 689) sind gewöhnlich halbkreisförmig, sodass ihre beiden Verbindungsstellen einander genau gegenüberliegen. Teils haben sie durch das Biegen eine genauere Bogengestalt erhalten als jene, teils schadet

[1]) D. p. J. 1883, **249**, 487 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1878, **229**, 514 m. Abb.; 1882, **246**, 364 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1883, **249**, 487 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1883, S. 271 m. Abb.

eine geringe Abweichung von der genau kreisförmigen Krümmung nicht, weil sie wegen ihrer Biegsamkeit durch Verbinden mit den nach w. o. angegebenen Verfahren erzeugten Speichenzapfen ohne weiteres in die richtige Gestalt ge-

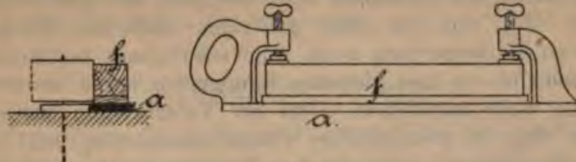


Fig. 185.

zwungen werden. Sie werden daher, sowohl für die Glättung der gekrümmten als auch der ebenen Flächen, mittels Walzen den Messerköpfen entlang geführt, wie bei den Walzenhobelmaschinen (S. 664) gebräuchlich.

Die Zapfenlöcher werden nun, je nachdem sie kreisrund oder länglich sein sollen, einfach gebohrt[1]) oder vorgebohrt und mittels der Stemmmaschine vervollständigt.[2])

Das Fügen der Felgen (das Ausbilden ihrer Stirnflächen) scheint noch der Handarbeit vorbehalten zu sein und stattzufinden, indem man in einer Art Gehrungs- bezw. Fügelade (S. 644) das Überflüssige mit der Säge abschneidet und die Fläche mit dem Hobel glättet. Das Einbohren der Dübbellöcher (für die Verbindung zweier benachbarter Felgen) kann mittels Handwerkzeugs oder einer einfachen Bohrmaschine geschehen.

D. Fertigstellen der Räder.

Nachdem die Felgen auf den Radstern gebracht sind, erübrigt noch, den das Rad fest zusammenhaltenden eisernen Reifen aufzulegen. Um dem Reifen die erforderliche Spannung zu geben, wird derselbe etwas kleiner gemacht, als der äussere Raddurchmesser beträgt, und dann so stark erwärmt, dass er sich um das Rad legen lässt (I, 465). Dabei tritt leicht ein Ankohlen der hölzernen Felgen ein. Man zieht daher neuerdings vor, das Rad in der Richtung der Speichen kräftig zusammenzudrücken und hierauf den nur mässig erwärmten Reifen aufzulegen.[3]) Zu dem Zwecke dient eine wagerechte ebene oder stumpf kegelförmige Platte, auf welche das Rad gelegt wird. Hebel oder die Enden der Kolben mehrerer Wasserdruckpressen drücken gegen die Aussenseite der Felgen, welche entweder in dieser Zwangslage durch Festklemmen so lange festgehalten werden, bis der Reifen umgelegt ist oder sie kurze Zeit selbständig beibehalten.

Trotz sorgfältiger Arbeit ist unvermeidlich, dass die Bohrung der Nabe ein wenig schief gegen den Radreifen liegt. Deshalb ist empfehlenswert, die endgültige Bohrung der Nabe erst nach dem Binden des Rades vorzunehmen, damit demnächst das Rad tadellos rund läuft. Man spannt den Radreifen zwischen die Klauen einer Art selbstausrichtenden Futters (I, 583), welches mit dem Bohrer gleichachsig angebracht ist, und gewinnt auf diese Weise die grösste erreichbare Genauigkeit.[4])

Diesem Ausbohren der Nabe folgt das Einsetzen der Achsbüchse und das Abputzen des Rades. Der Radkranz wird — auf einem Dorn steckend — oft noch einmal zwischen zwei Messerköpfen hindurch geführt, um dessen ebene Flächen insbesondere an den Stossfugen gut zu glätten.

---

[1]) D. p. J. 1887, **266**, 102 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1883, **249**, 488 m. Abb.
[3]) Colas, D. p. J. 1869, **194**, 24 m. Abb.
Perin, Panhard & Co., D. p. J. 1883, **249**, 489 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1883, S. 271 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1880, **235**, 343 m. Abb.; 1883, **249**, 490 m. Abb.

3. Drechsler-Arbeiten.[1])

Da die Kunst des Drechslers sich fast ganz auf den Gebrauch der Drehbank (S. 682) und der dazu gehörigen einfachen Werkzeuge beschränkt, so ist — wenn man nicht die Verfertigung bestimmter einzelner Gegenstände bis zu den kleinsten Handgriffen herab beschreiben will — hier wenig mehr anzuführen. Das zur Verarbeitung bestimmte Holz wird mit der Säge in erforderlicher Grösse zerschnitten, mit dem Beile aus dem Groben behauen oder mit dem Ziehmesser roh gestaltet (S. 636), an der Drehbankspindel mittels der Futter (nötigenfalls mit Hilfe des Reitstockes) rundlaufend eingespannt, und zuerst mit der Röhre, nachher mit dem Meissel und wenigen anderen Drehstählen zu der beabsichtigten Gestalt ausgearbeitet. Löcher und Höhlungen erzeugt man mit Bohrern (Löffel- und Centrumbohrern), und erweitert sie durch den Ausdrehstahl. Schraubengewinde werden mit Schraubstählen geschnitten (S. 687). Zum Nachmessen der Arbeit während des Drechselns dienen Zirkel verschiedener Art, besonders Taster, Lehren (I, 30—43) und das Tiefenmass (I, 37), welches hier Ausdrehwinkel genannt wird. Bei hohlen Gegenständen ist es Regel, die Höhlung auszuarbeiten, bevor das Äussere völlig abgedreht wird, weil sonst, namentlich bei dünnen Wänden, leicht eine Beschädigung stattfinden könnte, wenn man den nötigen Druck von innen heraus zuletzt anwenden würde. Der fertige Gegenstand wird mit dem Stichel von dem im Futter zurückbleibenden Reste des Holzes losgeschnitten (abgestochen).

Feinere Gegenstände werden, von neuem eingespannt, mit Bimssteinpulver und Öl auf Filz, mit Schachtelhalm oder mit Glaspapier geschliffen und mit Schellack-Auflösung poliert (S. 727). Das oft vorkommende Beizen gedrechselter Waren wird nach der hierüber gegebenen Anweisung (S. 720—725) verrichtet.

Wenn Gegenstände zu drechseln sind, welche nach der Vollendung aus zwei oder mehreren Teilen bestehen sollen, so darf man sie nicht zuletzt zerschneiden, weil der Sägenschnitt Holz wegnimmt, welches dann an der vollen Rundung fehlen würde. Man dreht demnach das Stück nur halb fertig, zerschneidet es, hobelt die Schnittflächen glatt ab, leimt die Teile mit einem zwischengelegten feinen Papierblatte wieder zusammen, und beendigt das Abdrehen. Das Papier gestattet nachher die Trennung der Teile durch vorsichtiges Zerspalten, sodass schliesslich nur noch die inneren Flächen zu reinigen sind. (Das ähnliche Verfahren für Metallarbeit s. S. 330.)

Bei Antrieb der Drehbänke durch Maschinen macht die Spindel oft minutlich 2000 bis 2500 Umdrehungen. Mit so rascher Drehung der Werkstücke sind manche überraschende und praktisch nutzbare Erfolge zu erzielen, welche auf der durch Reibung entwickelten bedeutenden Wärme beruhen. So versieht man die gedrechselten Gegenstände mit weissen metallglänzenden Reifen durch Anhalten eines schmalen Stückes Zinn, welches unter der heftigen Reibung sich so erhitzt, dass es an der Berührungsstelle schmilzt und sich in dünner Schicht an das Holz hängt; durch Anhalten eines recht harten Stückes Eichenholz bringt

[1]) A. W. Hertel, Die Drehkunst, Weimar 1855.
E. Hanausek, Technologie der Drechslerkunst, 3. Aufl., Wien 1884.

man eine oberflächliche Verkohlung hervor, wovon die so behandelten Stellen glänzend braunschwarz werden, als ob sie schwarzgebeizt und poliert wären; u. s. w. Gelbe Reifen auf gedrehten Spielwaren von weissem Holze (Ahorn z. B.) erzeugt man schon bei viel geringerer Umdrehungsgeschwindigkeit durch Anhalten eines zugespitzten Stückchens Kurkumawurzel.

4. Bildhauer-Arbeiten.

Das Schnitzen des Holzes mit Messern und messerartig wirkenden Eisen wird zur Verfertigung vieler einfacher und allgemein verbreiteter Waren angewendet (Holzschuhe, Schaufeln, Rechen, Heugabeln, Mulden und Tröge, Teller, Löffel, mannigfaltiges Kinderspielzeug u. s. w.)[1]; in seiner höheren Ausbildung ist es die Hauptbeschäftigung des in Holz arbeitenden Bildhauers, welcher indessen weniger eigentliche und selbständige Kunstwerke, als hauptsächlich mancherlei Verzierungen auf Tischlerarbeiten (Rahmenleisten, Arabesken, Rosen, Säulen-Knäufe u. s. w.), ferner Arm- und Kronleuchter, Uhrkästen u. dgl., endlich Modelle für den Metallguss liefert. Die mässig harten, fein und gleichförmig gewebten Hölzer, an welchen weder die Jahrringe noch die Spiegel sehr stark hervortreten, eignen sich am besten zu geschnitzten Arbeiten, weil sie sich leicht und nach jeder Richtung fast gleich gut schneiden lassen, auch an dünnen Rändern nicht zu sehr dem Ausbröckeln unterworfen sind. Am häufigsten bedient sich daher der Bildhauer des Lindenholzes, und zu kleinen Gegenständen des Birnbaum-, auch wohl des Apfelbaum-, Pflaumbaum- und Nussbaumholzes. Eichenholz ist, bei seinen groben Fasern und seiner Härte, schwer zu bearbeiten, und es wird deshalb hauptsächlich da gebraucht, wo man es seiner Festigkeit und Dauerhaftigkeit wegen wählt, z. B. bei Hausthüren und andern der Witterung ausgesetzten Gegenständen. Feine ausländische Hölzer dienen zu kleinen, künstlichen Stücken; so namentlich das Cedernholz, Ebenholz, u. A.

Die Hauptwerkzeuge des in Holz arbeitenden Bildhauers sind verschiedene Arten von Eisen (S. 637—640) — Bildhauereisen — und Raspeln (S. 650—652). Von ersteren gebraucht er Flacheisen, Balleisen, Hohleisen, Hohlflacheisen, Geisfüsse, sämtlich teils gerade, teils verschiedentlich gebogen. Die Anwendung der einzelnen Arten richtet sich immer nach der Gestalt der auszuarbeitenden Teile, sowie nach Gewohnheit und Gutdünken des Arbeiters. Wenn ein Gegenstand aus dem Groben bearbeitet wird (beim Pussieren), wendet man grössere Eisen an und treibt sie mit dem hölzernen Schlägel, weil es hier am meisten auf Schnelligkeit ankommt und man ohne Gefahr starke Späne abnehmen kann. Dagegen dienen bei der Vollendung (beim Reinschneiden) mehr die kleinen Eisen, welche man frei in der Hand führt und durch deren Druck wirken lässt.

Die Ausarbeitung bedeutender Vertiefungen wird sehr erleichtert, wenn man (am besten mit Hilfe der Drehbank) viele Löcher nebeneinander einbohrt, dann die Zwischenwände herausbricht und mit Stecheisen nacharbeitet.

---

[1] Das Kunstholzhandwerk im oberbayerischen Salinen-Forstamtsbezirke Berchtesgaden. München 1859.

Mittels der Raspeln werden grössere Oberflächen der Arbeitstücke vollendet, die durch Beschneiden mit dem Eisen nicht glatt genug zu erhalten sind. Man bedarf sowohl gerader (hauptsächlich flacher und halbrunder) als gebogener Raspeln (Riffelraspeln): letzterer um in Vertiefungen zu arbeiten. Die grösste Glätte giebt man den Gegenständen oft durch Schleifen mit Schachtelhalm oder Glaspapier.

Zur Ausführung von Holzschnitzwerk mittels Maschinen (im besondern zum mehrfältigen Nachbilden einer hölzernen — besser metallenen — Vorlage) sind Vorrichtungen nach verschiedenen Grundgedanken entworfen worden.[1]) Von einer solchen **Schnitzmaschine** für flache Verzierungen erhält man einen Begriff durch folgendes: In einem gusseisernen Gestelle liegt eine schlittenartig auf Gleisen schiebbare Gusseisenplatte, auf welcher eine zweite solche Platte mittels kleiner Räder, in einer zur Bewegung der ersten rechtwinkligen Richtung, sich bewegen lässt. Auf der oberen Platte wird in der Mitte die nachzubildende Vorlage festgelegt, während neben dieser zwei oder mehrere Holzplatten — als Werkstücke — angebracht sind. Vermöge der doppelten Schiebbarkeit ist es leicht, nach und nach jeden Punkt der Vorlage unter das Ende eines senkrechten stählernen Stiftes zu versetzen, der von oben herabreicht und ihre Oberfläche berührt. Entsprechend ist über einer jeden der zu bearbeitenden Holzplatten ein ähnlicher Stift angebracht, welcher aber am untersten Ende eine Schneide besitzt. Die sämtlichen Stifte empfangen eine stetige schnelle Drehung um sich selbst, und haben zugleich die Fähigkeit sich zu heben und zu senken. Indem nun die verschiedenen Punkte der Vorlagenoberfläche allmählich unter den stumpfen Stift gelangen, spielt dieser nach Massgabe der sich ihm darbietenden Erhöhungen und Vertiefungen auf und nieder; durch den Mechanismus teilen sich dieselben Hebungen und Senkungen den schneidigen Stiften mit, welche als eine Art Fräser wirken, alles ihnen im Wege stehende Holz auf den in Arbeit befindlichen Platten wegschneiden und der Oberfläche dieser letzteren die nämliche Gestalt geben, welche die Vorlage besitzt. Arabesken, Rosen, Palmetten, Blumengewinde, Schnörkel u. dgl. sind auf diese Weise schnell in grösserer Anzahl und mit einer überraschenden Sauberkeit herzustellen.

Indem man zwischen Führungsstift und Werkzeug den Storchschnabel (I, 673) oder Panthographen einschaltet, ist möglich, die Verzierung in bestimmtem Verhältnis grösser oder kleiner, als an der Vorlage vorhanden, zur Ausführung zu bringen.[2])

Es gehören hierher auch die S. 681 angeführten Maschinen zur Erzeugung unregelmässiger Gestalten.

An Tischbeinen, Treppenmäcklern und andern stabförmigen Gegenständen bildet man nicht selten Verzierungen dadurch aus, dass einem beweglichen auf das Werkstück wirkenden Fräskopf eine verschiedene gegensätzliche Lage dem Werkstück gegenüber gegeben wird, durch Drehen des letzteren und Verschieben des Fräsers. Man nennt die betreffenden Maschinen, da sie äusserlich eine gewisse Ähnlichkeit mit den Drehbänken haben, wohl **Drehbänke für Bildhauerarbeiten.**[3])

Durch Pressen oder Prägen werden bekanntlich ebenfalls Holzgegenstände erzeugt, welche den geschnitzten sehr ähnlich sind (S. 691).

Zu den Geschäften des Bildhauers gehört gewöhnlich auch die Herstellung verschiedener holzähnlicher Verzierungen aus Teig (S. 693), sowie das Firnissen, Bronzieren, Vergolden und andere Vollendungsarbeiten, welche w. o. näher erörtert sind.

---

[1]) D. p. J. 1845, **96**, 362, **98**, 422; 1846, **99**, 271; 1849, **111**, 263; 1855, **137**, 247; 1871, **199**, 14; 1885, **256**, 527, 528; 1887, **263**, 20, sämtl. m. Abb.

[2]) D. p. J. 1851, **122**, 251 m. Abb.; 1878, **227**, 429 m. Abb., **230**, 17 m. Abb.

[3]) Arbey, D. p. J. 1877, **226**, 35 m. Abb.
Geiger, D. p. J. 1882, **244**, 425 m. Abb.

5. Holzschnitte.[1])

Die Holzschneidekunst hat die Darstellung hölzerner Formen für den Abdruck zur Aufgabe. Früher beschäftigte dieselbe sich hauptsächlich mit Erzeugung der Druckformen (Modell) für den Kattun-, Wachsleinwand-, Tapeten-, Papier- und Spielkarten-Druck (Formschneiden, Formstechen, Modellstechen); die Verfertigung von Holzschnitten oder Holzstichen zum Abdruck in der Buchdruckerpresse hat aber eine so bedeutende Ausbreitung und technische Vervollkommnung erfahren, dass sie in gewisser Beziehung mit der Kupferstecherei wetteifert. Man hat diesem höhern Zweige der Holzschneidekunst zur Unterscheidung den Namen Xylographie beigelegt, als ob das Fremdwort etwas besseres bezeichnete als das deutsche.

a. Formstecherei.[2]) — Das Holz zu den Druckformen wird, in einer Stärke von 5 bis 8 *cm*, auf die (S. 577) angegebene Weise aus zwei oder drei Dicken zusammengeleimt, und der Stich in dem Birnbaumholze so ausgearbeitet, dass alle Linien und Flächen, welche sich abdrucken sollen, hoch stehen, die übrigen Teile dagegen mehr oder weniger (2 bis 3 *mm* grosse Stellen noch stärker) vertieft sind. Nachdem die Fläche recht eben abgehobelt, mit der Ziehklinge abgezogen und mit Bleiweiss (in Leimwasser angerieben) dünn bestrichen ist, wird darauf die Zeichnung durch Abpausen (Kalkieren) übertragen, mit Bleistift nachgezogen und alles, was vertieft sein muss, teils mit dem Messer (S. 635) herausgeschnitten, teils mit kleinen Eisen, als: Flacheisen, Grundeisen, Hohleisen (S. 638, 639) herausgestochen. Des Messers bedient man sich hauptsächlich zum Einschneiden der Umrisse, der Eisen zum Herausheben der Holzteile. Enthält die Zeichnung feine Linien oder kleine Punkte, die in Holz ausgeschnitten teils sehr mühsam zu verfertigen wären, teils gar zu leicht brechen würden, so bildet man dieselben aus Messing (zuweilen aus Kupfer), und zwar die Linien aus Blech, die Punkte aus Draht, nachdem an den betreffenden Stellen das Holz bis auf eine Tiefe von 3 oder 4 *mm* ganz weggearbeitet ist. Das Blech wird mit einer eigens dazu eingerichteten Schere in Streifen von der gehörigen Breite zerschnitten, die man dann mit einer Zange oder durch Hämmern in einer stählernen Stanze nach Erfordernis biegt, an der untern Kante schneidig zufeilt und mit dem Hammer in das Holz einschlägt, in welchem vorläufig mit einem Schlageisen (S. 639) oder Hohleisen eine entsprechende Furche gebildet ist. Schmalen Blechstreifchen giebt man ihre Krümmung in ganzer Länge mittels des Seckenzuges (S. 248) und schneidet dann erst Stücke davon ab. Runde Punkte entstehen durch gewöhnlichen runden Draht, sternförmige u. dgl. durch Formdraht (S. 230, 243).

---

[1]) J. M. Rouget, Anleitung zur Xylographie oder Holzschneidekunst, sowie zur Modellstecherei. Ulm 1855.

[2]) Ch. H. Schmidt, Die Formschneidekunst, Weimar 1849 (173. Band des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke). — Waldhecker, Praktische Anweisung, Druckformen sowohl von Holz als Messing zu verfertigen, Minden 1835.

Formen, auf welchen ein grosser Teil der Zeichnung aus Punkten zusammengesetzt ist, nennt man Stippelformen (Stippelarbeit). Zum Einschlagen der Drahtstifte (zum Pikotieren) dient, damit dieselben sich nicht biegen, eine Punze von Eisen oder Messing (Pikotiereisen, Stiftensetzer, Drahteisen), in deren Grundfläche ein Loch sich befindet, so weit als der Draht dick ist, und so tief als derselbe aus dem Holze hervorragen soll. Man schiebt den zugespitzten Stift in dieses Loch, setzt die daraus hervorstehende Spitze auf die Form, und schlägt mit dem Hammer oben auf das Eisen, bis die Grundfläche des letzteren das Holz berührt. So wird erreicht, dass alle Stifte gleichhoch stehen. Dünne Stifte erhält man auf die Weise, dass man ein Stück Draht in durch das Augenmass bestimmten gleichen Entfernungen mit der Feile nach der Gestalt eines Sägenzahns einkerbt, das Ende dieses Drahtes in die Höhlung des Stiftensetzers einschiebt und ihn durch eine einzige leichte Biegung abbricht. Die Schrägung der Kerbe bildet die Spitze des Stiftes. Dickere Stifte kneipt man mit einer eigenen Kneipzange (S. 286) in der gleichen Länge ab, versieht sie mit einer rundum gleichmässig zugefeilten Spitze, und schlägt sie in ein im Holze vorgebohrtes Loch. Der Bohrer, dessen man sich hierbei bedient, ist ein Centrumbohrer, oder hat eine Spitze wie kleine Metallbohrer, und wird mittels Rolle und Drehbogen bewegt. Auch für Formdraht bohrt man nur runde Löcher vor. Nach Vollendung der Form werden die sämtlichen Messingteile mit einer flachen Feile vorsichtig abgeglichen und zu völliger Berichtigung mit einem Handschleifsteine abgeschliffen. Man lässt sie aber ein wenig höher stehen, als die in Holz geschnittenen Teile der Zeichnung, weil letztere beim Gebrauch der Form durch die Nässe der Druckfarbe anquellen und sich erhöhen, auch überhaupt die dünnen Metallteile sich weniger gut abdrucken, wenn ihre Enden mit dem benachbarten Holze in gleicher Ebene liegen. Nicht selten werden Formen ganz in Messing, nach der beschriebenen Art, ausgeführt, in welchem Falle man natürlich die Arbeit gleich auf der ebenen Fläche des Holzes anfängt, ohne irgend einen Teil des Holzes herauszuschneiden.

Maschinen zum Schneiden der Formen[1]) sind den soeben (S. 774) bei den Bildhauerarbeiten beschriebenen im wesentlichen gleich. Insbesondere verwendet man für das Formstechen diejenigen der Maschinen, bei denen zwischen dem führenden Stift und dem Schneidwerkzeug ein Storchschnabel eingeschaltet ist. Formen aus leichtflüssigem Metall werden mittels hölzerner Matern hergestellt, deren Verfertigung hier zu erwähnen ist. Man schlägt mit verschiedenen Punzen die Zeichnung vertieft ins Holz, nimmt von der so vollendeten Platte Abgüsse z. B. in einer Legierung aus gleichen Teilen Blei, Zink und Wismut, welcher man 5% des Gesamtgewichtes Antimon zugesetzt hat, füllt alle Vertiefungen zwischen den erhabenen Teilen der Zeichnung auf der Metallplatte mit geschmolzenem Kolophonium, hobelt die Fläche ab (um allen Teilen der Zeichnung gleiche Höhe zu geben) und beseitigt das Kolophonium mittels Terpentinöl. Zum Einprägen der Punzen in das Holz bedient man sich vorteilhaft einer Maschine, welche die gleiche Tiefe aller Eindrücke sichert, und mit gutem Erfolge hat man eine Einrichtung hinzugefügt, die Punzen durch Gasflammen

[1]) D. p. J. 1845, **97**, **416** m. Abb.

stetig so zu erhitzen, dass sie die Vertiefungen ins Holz (scharf im Backofen getrocknetes Lindenholz einbrennen.[1])

b. Holzschneidekunst.[2]) — Wegen der grösseren Feinheit der Zeichnungen wählt man hier fast immer Buchsbaumholz, welches durch Härte und Dichtheit vorzüglich die Ausarbeitung zarter Striche gestattet. Das Verfahren ist im allgemeinen mit dem des Formschneidens übereinstimmend; nur werden niemals Teile aus Messing angebracht, und man schneidet auch das Holz weniger tief aus, als in jenem Falle: einerseits weil die erhabenen Striche bei ihrer oft grossen Feinheit zu leicht beschädigt werden könnten, wenn die Einschnitte tief wären; anderseits weil bei der Art, wie von den Buchdruckern die Farbe (mit einer Walze) aufgetragen wird, eine Beschmutzung des vertieften Grundes nicht zu fürchten ist. Das Holz richtet man so zu, dass die Fasern der Höhe nach laufen, und die Zeichnung auf der Hirnfläche ausgeführt wird, wo man mit den Werkzeugen nach allen Richtungen gleich leicht arbeiten und nebst dem Messer und den gewöhnlichen (aber sehr feinen) Formstecher-Eisen auch Grabstichel (S. 291), als ein hier unentbehrliches Hilfsmittel, anwenden kann. Nur bei grossen Holzschnittplatten, die man durch Querabschnitte der Buchsbaumstämme nicht erhalten kann, arbeitet man auf der Aderseite; und dann pflegt man die erforderliche Fläche auf die (S. 576) angegebene Weise aus Stäbchen zusammenzusetzen.

Ein eigentümliches und bemerkenswertes Verfahren wird benutzt, um noch durch ein anderes Mittel, als durch die verschiedene Feinheit der Linien, Abstufungen in der Schwärze des Druckes zu erlangen. Wo nämlich eine Schraffierung mit den Enden ihrer Striche in die weissen Stellen sich sanft verlaufen muss, oder in Hintergründen, wo man die Kraft der Striche dämpfen will, arbeitet man die Holzfläche durch Abschaben in geringem Grade vertieft aus, bevor man die Schraffierungen darauf anlegt. Beim Abdrucken wird dann das Papier mit weniger Gewalt gegen diese Teile gepresst, nimmt weniger Farbe von denselben auf und empfängt mithin einen blasseren Abdruck.

6. Korbmacher-Arbeiten.[3])

Der allgemein gebräuchliche Rohstoff für den Korbmacher sind Weidenruten; andere Stoffe, wie z. B. spanisches Rohr, Bambusrohr, Fischbein, werden nicht häufig angewendet. Die Ruten, welche von 0,6 bis zu 2 *m* messen, werden nach Länge und Dicke gesondert. Die stärksten, zu grossen und groben Körben, haben gegen 10 oder 12 *mm* im Durchmesser. Die dünnen Spitzen schneidet man ab und verwendet sie zu feiner Arbeit, sodass jede Rute in der Gestalt, wie sie zum

---

[1]) D. p. J. 1851, **119**, 104.

[2]) Thon, Lehrbuch der Kupferstechkunst, der Kunst in Stahl zu stechen und in Holz zu schneiden, Ilmenau 1831 (54. Bd. d. Neuen Schaupl. d. Künste u. Handwerke) S. 343.

J. H. Meyer, Journal f. Buchdruckerkunst, Braunschweig 1842, No. 8, 9, 12; 1843, No. 2, 7; 1844, No. 1.

Schassler, Die Schule der Holzschneidekunst, Leipzig 1866.

[3]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1837, Bd. 8, S. 491 m. Abb.

C. Schmied, Die Korb- und Strohflechtkunst, Weimar 1843.

Flechten kommt, an ihren beiden Enden nicht zu sehr in der Dicke verschieden ist.

Nur zu den gröbsten Körben werden die Ruten ungeschält verarbeitet; zu allen übrigen müssen sie von der Rinde befreit werden, was schon im frischen Zustande geschieht, wo dieselbe sehr leicht abgeht. Man bedient sich dazu einer elastischen hölzernen oder eisernen Zange (Klemme), zwischen deren mit der Hand zusammengedrückten Schenkeln die Ruten einzeln durchgezogen werden, wobei die Rinde platzt, die sich nachher leicht mit den Fingern ablösen lässt. Die Weiden dürfen nicht feucht aufbewahrt, müssen vielmehr so schnell als möglich an Luft und Sonne getrocknet werden, weil sie sonst der Gefahr unterliegen, zu stocken, wobei sie ihre Zähigkeit und die geschälten auch ihre weisse Farbe einbüssen.

Die feinsten Korbmacher-Arbeiten werden aus gespaltenen und in schmale flache Streifen (Schienen) verwandelten Ruten verfertigt. Jede Rute liefert drei oder vier Schienen. Man verrichtet das Spalten mittels des Reissers, Fig. 186, eines schlank kegelförmig gedrechselten, 8 *cm* langen Stückes von hartem Holze (Zwetschenbaum, Buchsbaum, Pock-

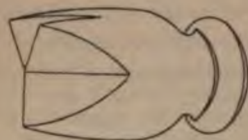


Fig. 186.



Fig. 187.

holz), welches von der Mitte bis an das obere, dünnere Ende so ausgeschnitten ist, dass es drei oder vier keilförmige, wie Strahlen von einem Mittelpunkte auslaufende Schneiden bildet, dessen unterer Teil aber zum bequemen Anfassen die Gestalt eines kugligen Knopfes hat. Die zu spaltende Rute wird am dicken Ende auf 2 bis 3 *cm* Länge mit dem Schnitzer (S. 635) eingeschnitten, der Reisser in den Schnitt gesteckt und darin bis an das andere Ende fortgeschoben. Jede Schiene hat, sowie sie durch das Spalten entsteht, eine dreiseitige Gestalt, an welcher zwei ebene Flächen bei jener Arbeit erzeugt worden sind, die dritte Fläche aber gewölbt und ein Teil der ursprünglichen Oberfläche ist. Dort, wo die Spaltflächen aneinander stossen, befindet sich das Mark, welches nebst den benachbarten Holzteilen auf solche Weise entfernt werden muss, dass statt der hier gewesenen stumpfen und rauhen Kante eine glatte breite Fläche tritt. Um diese Veränderung zu bewirken, dient der Hobel, Korbmacher-Hobel, Fig. 187, dessen Hauptbestandteil eine scharfe, 9 *cm* lange, 3 *cm* breite Messerklinge ist. Diese liegt nahe über einer ebenen Stahl- oder Glasplatte dergestalt, dass ihre Schneide der Platte etwas näher ist, als der Rücken. Durch eine Schraube kann die Klinge in verschiedene Entfernung von der Platte gebracht werden, wie es die Dicke der zu bearbeitenden Schienen erfordert. Indem man die letzteren einzeln von der Seite der Schneide unter das Messer ein-

schiebt und rasch durchzieht, wird — bei mehrmaliger Wiederholung dieses Verfahrens — die Markseite glatt und eben beschnitten; denn diese ist es, welche obenauf (dem Messer zugewendet) gelegt wird. Der Hobel ist beim Gebrauch auf einem 45 bis 50 *cm* hohen Gestelle (Hobelbank) zwischen zwei Leisten eingeschoben und so festgestellt.

Mit dem Hobel werden die Schienen bis zu einem beliebigen Grade verdünnt; um aber ihre Breite zu vermindern und überall gleich gross zu machen, und zugleich auch die Kanten gerade und glatt zu beschneiden, wird ein anderes Werkzeug gebraucht, nämlich der Schmaler, an welchem sich zwei in bestimmter Entfernung voneinander aufrecht stehende Messer befinden, zwischen denen eine Schiene nach der andern durchgezogen wird. Es giebt Schmaler, welche nur für eine bestimmte Breite der Schienen eingerichtet sind (und solcher muss der Korbmacher eine Reihe von etwa 12 Stück besitzen); aber auch solche, die sich, mittels einer daran vorzunehmenden Stellung, für Schienen jeder Breite gebrauchen lassen. Man zieht die Schienen durch mehrere aufeinander folgende Schmaler, und abwechselnd auch wieder durch den Hobel, bis Breite und Dicke das gehörige Mass erlangt haben.

Nicht selten werden die nur abgeschälten Weiden, sowie die aus denselben zubereiteten Schienen, mit verschiedenen Farben gefärbt. Man bedient sich hierzu der (S. 722—725) angegebenen Flüssigkeiten, in welchen man die Ruten oder Schienen eine Zeitlang liegen lässt, erforderlichen Falls auch kocht.

Das spanische Rohr (Stuhlrohr) wird zu Flechtwaren nach Art der Weidenruten gespalten und weiter zu Schienen zugerichtet.

Das Flechten der Körbe (wozu die Weiden durch Einweichen in Wasser geschmeidig gemacht werden müssen) ist eine so ganz auf kleinen Handgriffen beruhende Arbeit, dass eine allgemeine Beschreibung davon nicht gegeben werden kann. Der Korbmacher bedient sich dabei der Maschine, welche diesen Namen jedoch durchaus nicht verdient. Sie ist nämlich ein hölzernes Gestell, das zunächst aus einem schweren scheibenförmigen Fusse und einer mitten von letzterem sich erhebenden, 25 *cm* hohen, runden Säule besteht. Die Säule ist hohl, und in derselben kann ein dicker runder Stock auf und nieder verschoben, auch herumgedreht und mittels einer Druckschraube befestigt werden. Oben ist der Stock mit einem knieartigen Gelenke versehen, welches durch eine Klemmschraube unbeweglich gemacht werden kann, nach Lösung dieser Schraube aber gestattet, dass der kurze, oberhalb des Gelenkes liegende Teil des Stockes beliebig in wagerechte oder schräge Lage gebracht wird. Das äusserste Ende dieses kurzen Teiles ist mit einem Loche versehen, in welches die Stiele einiger beim Flechten erforderlicher Hilfsgeräte, nämlich der Klemme und der verschiedenen Stöpsel, eingesteckt werden. Die Klemme ist eine Art sehr breiter hölzerner Zange, welche durch eine Schraube mit Flügelmutter geschlossen wird. Man bringt sie auf der Maschine an, um darin flache Deckel, viereckige Böden u. dgl. zu befestigen. Nach Vollendung des Bodens, welcher jedesmal zuerst verfertigt wird, setzt man einen Stöpsel ein, d. h. eine hölzerne, an einem Stiele befestigte flache Scheibe, auf welcher man den Boden mit ein paar

Nägeln anheftet, um die Seitenwände des Korbes zu flechten. Man hat grosse und kleine, runde, ovale Stöpsel, nach Verschiedenheit der Körbe in bezug auf Grösse und Gestalt des Bodens. Grosse Körbe werden ohne Hilfe der Maschine, auf dem Schosse oder auf der Erde verfertigt. Eckige, geschweifte und ähnliche Körbe werden über hölzernen Formen (Klötzen von der Gestalt, welche das Innere des Korbes erhalten soll) geflochten, um die richtige Gestalt zu bekommen. Bauchige Körbe müssen jedoch ohne Form gemacht werden, weil man letztere nicht aus ihnen herausnehmen könnte, und auch sonst weiss ein geschickter Korbmacher, infolge seiner Übung, sehr oft die Formen zu entbehren.

Ein Korb besteht gewöhnlich aus Ruten oder Schienen, welche vom Boden aus (an welchem sie befestigt sind) aufwärts laufen, und aus solchen, welche quer durch jene, ringsherum laufend, eingeflochten sind. Oft gehen dergleichen auch schief über die Seitenwände; überhaupt unterliegt die Art des Geflechtes mancherlei willkürlichen Abänderungen. Die quer eingeflochtenen Ruten schlägt man mit dem Klopfeisen dicht aneinander: einem eisernen oder messingenen Werkzeuge, welches 25 bis 30 *cm* lang, an einem Ende gegen 4 *cm* breit und ziemlich dünn ist, von hier aus schmäler aber dicker wird, und am anderen Ende, wo es angefasst wird, in einen kugligen Knopf ausgeht. Die Stellen, wo eine Rute oder Schiene endigt und eine neue angesetzt werden muss, verbirgt man dadurch, dass man die Enden nach der am wenigsten in die Augen fallenden (innern oder äussern) Oberfläche des Korbes auslaufen lässt, und sie so kurz wie möglich abschneidet.

Die fertigen Körbe werden, sofern sie nicht aus ungeschälten Weiden bestehen, mit reinem Wasser abgewaschen; ganz feine noch überdies geschwefelt, d. h. in einen hölzernen Kasten oder eine kleine, dicht verschlossene Kammer, worin man Schwefel anzündet, gesetzt, um zu bleichen. Solche, welche ganz aus gefärbten Schienen (S. 779) gearbeitet sind, pflegt man wohl zu lackieren, d. h. zunächst mit Leimwasser und nachher mit einem weingeistigen Sandarachfirnisse zu überstreichen; seltener geschieht es, dass man weisse Körbe mit gefärbtem Firnisse überzieht: letzterer wird in solcher Absicht mit Sandelholzspänen oder dergleichen gefärbt, oder mit Bleiweiss, Kienruss u. s w. versetzt. Bronzierung (S. 738) und Vergoldung mittels Blattgoldes kommt gelegentlich ebenfalls an den Arbeiten des Korbmachers vor.

Bearbeitung des Horns[1])

als Anhang zur Bearbeitung der Hölzer.

Das Horn ist ein Rohstoff, welcher hinsichtlich seiner Bearbeitung viel Ähnlichkeit mit dem Holz hat. Es besitzt ein langfaseriges Gefüge, wird durch Feuchtigkeit und Wärme in ähnlicher Weise erweicht, als das Holz und dementsprechend mittels Werkzeugen, bezw. Verfahren umgestaltet, welche auch bei der Holzbearbeitung gebräuchlich sind. Nur eine hervorstechende Eigenschaft führt zu von der Holzbearbeitung abweichenden Verfahren: nach entsprechender Erweichung und bei reinen Flächen (I, 443) gelingt es ohne Schwierigkeit, Hornteile miteinander zu verbinden, ebenso wie schmiedbares Eisen geschweisst wird.

Das Horn tritt teils als Schutzmittel an der Abnutzung stark ausgesetzten Stellen, teils als Waffe bei den meisten Tieren auf. Wir Menschen erzeugen es an der Hautoberflache, als Finger- und Zehennägel, als Haare. Im vorliegenden Sinne technisch verwendet werden jedoch fast nur die Hörner vieler Säugetiere und die Decken einiger Schildkröten (Schildpatt).

Die Hörner bilden die Decke von aus dem Kopfe der Vierfüssler hervortretenden Knochengebilden. Sie sind demnach zum grössten Teil hohl; nur an der Spitze bilden sie einen vollen Körper. Sie sind mehr oder weniger gekrümmt, oft mit buckelförmigen oder auch in fortlaufenden Windungen auftretenden Erhöhungen versehen. Die Wandstärke ist auch an dem hohlen Teil sehr verschieden, insbesondere an der Wurzel des Hornes erheblich geringer, als an der Stelle, wo die Höhlung aufhört. Auch das Schildpatt ist im Urzustande sehr verschieden dick und erfährt deshalb, behufs Umgestaltung in ein für die weitere Bearbeitung bequemes Zwischenerzeugnis, im wesentlichen dieselbe Behandlung, wie das den Hörnern entstammende Horn.

1. Vorbereitende Bearbeitung des Hornes.

Vorwiegend wird das Horn des Rindviehes verarbeitet. Die Hörner der englischen Ochsen liefern meistens hellgefärbtes, diejenigen der unga-

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 569 m. Abb.
H. Kühn, Handbuch für Kamm-Macher, Horn- und Beinarbeiter, 2. Aufl. von H. Bleibtreu, Weimar 1864, m. Abb.

rischen Ochsen und der Büffel dunkelgefärbtes Horn. Das von alten Tieren gewonnene Horn ist dichter und härter als dasjenige jüngerer Tiere und wird deshalb dem letzteren im allgemeinen vorgezogen. Im übrigen werden als Rohstoff die grösseren und im wesentlichen glatten Hörner den kleineren, bezw. solchen mit krauser Oberfläche vorgezogen.

Zuweilen kommen die Hörner mit den von dem Hornstoff umschlossenen Knochen in den Handel. Alsdann handelt es sich zunächst um die Auslösung dieser Knochen. Man legt zu diesem Zweck die Hörner längere Zeit in Wasser, worauf sich, indem man sie an der Spitze emporhebt und gegen sie schlägt, der Knochen löst und herausfällt.

Man schneidet mittels einer gewöhnlichen Säge von den Hörnern die vollen Spitzen ab, welche zu verschiedener Drechslerware (Pfeifenspitzen, Knöpfe u. dgl.) oder zu anderen Gegenständen durch Beschneiden, Raspeln u. s. w. verarbeitet werden, geradeso wie Holz verarbeitet wird. Selten findet ein Umgestalten durch Pressen, häufiger durch Biegen der entsprechend zugerichteten und erwärmten Hornspitzen statt.

Der hohle Teil der Hörner wird dann noch einigemal quer durchschnitten und die gewonnenen, röhrenförmigen Stücke werden da in der Längenrichtung aufgeschnitten, wo ihre Wanddicke am geringsten ist.

Dieser Arbeit folgt das Aufbiegen, beziehungsweise Geradebiegen der Hornwandung.

Zu diesem Zwecke werden die Werkstücke, Schrote genannt, mehrere Tage in Wasser gelegt, dann gekocht und über freiem Feuer weiter erweicht. Es wird empfohlen, dem Wasser, in welchem das Kochen stattfindet, billiges Fett zuzufügen, wodurch die Erweichung des Hornes gefördert werden soll. Die Schrote werden sofort nach dem Hervorziehen aus dem Kochkessel paarweise mittels zweizinkiger Gabel in geschickter Weise den Wärmestrahlen eines Feuers ausgesetzt, und zwar so, dass die dickeren Stellen am meisten erwärmt werden, sodann mit einer Zange von der Gabel genommen und mit Hilfe einer zweiten Zange aufgebogen, sodass eine mehr oder weniger flache Platte entsteht, die man in einer Presse weiter ebnet. Das Aufbiegen der Schrote muss bei guter Temperatur des Hornes stattfinden, um zu verhindern, dass letzteres vermöge seiner Federkraft in die gekrümmte Gestalt zurückkehrt; anderseits muss eine hohe Temperatur mit aller Sorgfalt vermieden werden, weil diese zum Verbrennen des Hornes führen würde. Man taucht wohl die Ränder der Hornstücke in kaltes Wasser, um sie gegen das Einreissen zu festigen, und presst die im übrigen noch heissen Stücke zwischen Eisenplatten, bis sie erkaltet sind.

Nach dem Aufbiegen werden schuppige, bezw. mit gröberen Unebenheiten behaftete Schrote mittels gekrümmter Messer oder Raspeln geglättet, rissige Stellen bis auf den Grund der Risse hinweggearbeitet, rissige Ränder abgeschnitten und dann die Stücke ein oder zwei Tage in kaltes Wasser gelegt. Man bringt sie auf einige Stunden in heisses Wasser, hält sie aber hierbei so eingespannt, dass sie verhindert werden, sich wieder zu krümmen. Nach dem Herausnehmen aus dem heissen Wasser bestreicht man die Stücke mit Talg unb bringt sie zwischen zwei

ungleich erwärmte, mit Talg bestrichene Eisenplatten, sodass die frühere Innenseite des Hornes auf die wärmere Eisenplatte zu liegen kommt, und setzt eine Zahl solcher Plattenpaare in einer Presse einem allmählich steigendem starken Drucke aus. Nach dem Erkalten werden die Hornstücke aus der Presse genommen; sie sind, wenn die Bearbeitung gelungen ist, gleichförmig durchscheinend geworden. Die beschriebene zweite Pressung wendet man übrigens nur für solche Hornstücke an, welche zur Erzeugung feinerer Gegenstände bestimmt sind.

Das Schildpatt hat im allgemeinen dieselben Eigenschaften wie das den Hörnern des Rindviehes entstammende Horn. Es unterscheidet sich jedoch von diesem durch seine gefleckte Färbung und ist härter und spröder als jenes und verträgt eine etwas grössere Temperatur, weshalb man wohl dem zum Kochen dienenden Wasser Kochsalz hinzufügt. Das Löten (richtiger Schweissen u. s. w.) des Schildpatts gelingt auch leichter, als das des gewöhnlichen Horns. Die Vorbereitungsarbeiten desselben sind im wesentlichen die gleichen, wie diejenigen des Hornes.

Für manche Zwecke werden die auf vorbeschriebene Weise hergestellten Platten durch Spalten in dünnere Platten zerlegt. Es wird zu dem Zwecke auf den Rand der Platte ein Messer gesetzt und solches mittels eines Hammers eingetrieben.

2. Das Löten (Schweissen) des Hornes.

Dasselbe bedingt bis zur Erkaltung fortgesetztes Zusammenpressen der reinen, gehörig erweichten Verbindungsflächen (I, 443 u. f.).

* Man verwendet es meistens nur, um die Platten durch Aneinanderfügen zu vergrössern. Zu dem Zwecke legt man die zwischen Holzleisten gespannten (damit sie sich nicht krümmen) Platten in siedendes Wasser, schrägt die zu verbindenden Ränder ab und beschabt sie sorgfältig mit einer scharfen Ziehklinge (I, 391), sodass die zusammengehörigen gut zusammenpassen, hütet sich, diese Flächen noch mit den Fingern oder einem fetten Körper zu berühren, lässt ein wenig reines Wasser zwischen die zusammengelegten Ränder fliessen und bringt sie nunmehr zwischen die erhitzten kupfernen Maulflächen einer kräftigen Zange oder heisse Platten einer Presse. Die Erhitzung dieser Werkzeuge soll nur soweit getrieben werden, dass sie Papier bräunen, ohne es zu verbrennen. Nach dem Erkalten legt man das Werkstück in kaltes Wasser und ebnet die Verbindungsstelle durch Schaben.

Späne des Horns und Schildpatts lassen sich auch durch Schweissen zu einem grösseren Körper vereinigen. Die Späne werden ein wenig angefeuchtet und sodann in einer gehörig erwärmten Form gepresst.

Das Verfahren dient u. a. dazu, Schildpattplatten nachzuahmen. Man bestreut zunächst eine Messingform mit feinen Schildpattspänen, giebt eine Lage weniger feiner solcher Späne und dann eine Schicht Hornspäne darüber; sind beide Seiten des aus dem Werkstück zu fertigenden Gegenstandes sichtbar, so wird noch eine Schicht weniger feiner und schliesslich eine Schicht sehr feiner Schildpattspäne aufgelegt. Man bedeckt das Ganze mit einer Messingplatte und bringt es zwischen zwei erhitzten Platten in eine Presse. Man behandelt nicht selten 4 oder 6 solcher Formen auf einmal in der Presse und vollendet das Pressen in kochendem Wasser.

3. Die weitere Gestaltung durch Schneidwerkzeuge

(verschiedenartige Sägen und Messer, Schaber [I, 384], Feilen) unterscheidet sich kaum von der des Holzes. Nur ist zu bemerken, dass die Horn-Feilen ganz andere Schneiden haben als diejenigen für andere Stoffe. Sie sind nämlich in der Regel nicht gehärtet, durch Feilen mit Querfurchen versehen, sodass eine gewisse Ähnlichkeit mit einhiebigen Feilen (I, 396) vorliegt. Die Zähne schneiden übrigens wie diejenigen gewöhnlicher Feilen beim Fortschieben. Um nun die Schneiden der Zähne zu ihrem Zweck tauglich zu machen, fährt man mit einem Streichstahl wiederholt in vom Arbeiter abgewendeter Richtung über die Kanten derselben und bildet auf diese Weise an jeder Kante einen Grat, in derselben Weise wie bei der Ziehklinge (I, 391), wie Fig. 188 vielfach vergrössert erkennen lässt. Es kann dieser Grat, nachdem er durch den Gebrauch abgenutzt ist, noch einige Male durch den Streichstahl erzeugt werden, bis eine vorherige Bearbeitung der Zähne mittels der Metallfeile erforderlich wird. Man hat auch Hornfeilen aus in grösserer Zahl aneinander gereihten ziehklingenartigen Platten zusammengestellt (Fig. 189, vergrössert). Die Platten sind — wie Ziehklingen — gehärtet und etwa veilchenblau angelassen, dann am Rande unter 45° durch Schleifen abgeschrägt, mittels eines Streichstahles mit dem Grat versehen und dann in geeigneter Weise (z. B. in einem Rahmen) zusammengespannt.



Fig. 188.



Fig. 189.

4. Das Umgestalten auf Grund der Bildsamkeit

findet für Horn und Schildpatt ausgedehnte Anwendung und zwar sowohl nach Art des Stanzens (I, 296), als auch des Prägens (I, 283). Einige Beispiele mögen zur Erläuterung des Verfahrens dienen.

Um z. B. aus Horn einen Knopf oder andern Gegenstand, welcher eine nur zweiteilige Form erfordert, zu bilden, legt man das gehörig zugeschnittene Hornstück zwischen die Formteile oder Gesenke *c*, Fig. 190, bringt beide mit dem eingeschlossenen Werkstück auf die gehörig erhitzte, auf der Pressenplatte *a* ruhende heisse Beilage *d*, legt eine zweite heisse Beilage *d* und nach Umständen ein Eisenstück *e* hinzu, auf welches sodann die obere Pressenplatte *b* wirkt. Der Ring *f* hat den Zweck, die gegenseitige Lage der Gesenke zu sichern. Die Presse wird nun in dem Masse angezogen, wie die Erwärmung auf das Werkstück überfliesst und in Spannung gehalten, bis letzteres erkaltet ist. Um das Erkalten zu beschleunigen, taucht man wohl die Form mit der Presse in kaltes Wasser.

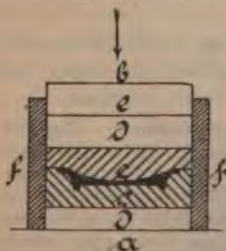


Fig. 190.

Ein Dosendeckel erfordert die durch Fig. 191 dargestellte mehrteilige Pressform. *a* ist der Kern, welcher den Hohlraum des zu fertigenden Deckels frei zu halten hat. Derselbe ist mit einem ringsum laufenden Rande versehen, vermöge dessen er eine ganz bestimmte Lage in dem

Pressring *b* erhält. 4 Platten *c* begrenzen den Hohlraum, in welchem der Deckel gepresst werden soll, von der Seite und die Deckplatte *d* bildet den oberen Abschluss. Eine der Seitenplatten *c*, nämlich die rechts belegene, ist an ihrem unteren Rande mit Auszackungen und Vorsprüngen versehen, um die Gelenkteile des zu pressenden Deckels zu gestalten.



Fig. 191.

Bevor die Deckplatte *d* aufgelegt ist, füllt man den Raum zwischen Kern *a* und Seitenteilen *c* mit Schildpattstreifen oder -Spänen (wobei die Berührung derselben seitens der Hand sorgfältig vermieden werden muss), dann wird eine den ganzen Raum zwischen den Seitenteilen *c* ausfüllende Schildpattplatte oder eine entsprechend dicke Schicht Schildpattstücke aufgelegt, die Deckelplatte *d* hinzugefügt und das Ganze zwischen erhitzten Eisenplatten gepresst. Nach dem Erkalten löst man die Presse, legt unter *b* ein paar Klötzchen, auf *d* ein entsprechend hohes Klötzchen und presst den Inhalt des Ringes *b* nach unten heraus, worauf die Teile der Form sich leicht hinwegnehmen lassen.

In einigen Fällen, z. B. bei Anfertigung der Pulverhörner, wird den Hörnern selbst die gewünschte Gestalt durch Pressen in einer Form gegeben. Man wählt ein Horn geeigneter Grösse aus, schneidet die Spitze bis zum Anfang der Höhlung ab, beschneidet auch den Rand an der von vornherein offenen Seite des Hornes, erweicht das Horn durch siedendes Wasser, treibt einen Kern von entsprechender Gestalt in die Höhlung und presst schliesslich das Ganze in einer zweiteiligen Form, wobei die Aussenfläche des Hornes zugleich mit beliebigen Verzierungen versehen werden kann.

Eine bauchige Flasche wird erzeugt, indem man zunächst durch Stanzen zwei Schalen erzeugt und deren Ränder in der w. o. angegebenen Weise miteinander verschweisst.

5. Arbeiten zur Vollendung bezw. Verschönerung der Oberflächen.

In Formen, deren Wandflächen gut poliert sind, erhalten die gepressten Gegenstände ohne weiteres entsprechende Glätte (I, 327), durch eingegrabene Linien oder hervorragende Verzierungen der Formwandungen versieht man die aus Horn bezw. Schildpatt gepressten Gegenstände mit erhabenen, beziehungsweise vertieften Zeichnungen.

Werkstücke, welche nicht durch Pressen gestaltet werden, schleift man mit feinem Bimssteinpulver auf Wolle oder Filz, welches zunächst nass, dann trocken angewendet wird und giebt ihnen Glanz durch Schleifen mit feinstem Tripel (I, 398).

Den aus Hornplatten hergestellten Gegenständen (Dosen, Kämme u. s. w.) kann durch Färben das Aussehen von Schildpatt gegeben werden.

Man bereitet ein Gemisch von gebranntem Kalk, Pottasche, Kolkothar (Eisenoxyd) und gepulvertem Graphit, etwa zu gleichen Teilen, reibt alles gut untereinander und giebt so viel Wasser hinzu, dass ein dünner Brei entsteht. Das fertig bearbeitete, mit Bimssteinpulver geschliffene Horn taucht man einige Augenblicke in warme verdünnte Salpetersäure, legt es dann kurze Zeit in kaltes Wasser, trocknet es gut ab und lässt es trocknen. Hierauf streicht man jenen Brei mittels einer gerade abgeschnittenen Federpose gleichmässig auf die Hornfläche, soweit dieselbe gleichförmig gefärbt werden soll, oder nur auf einzelne Stellen, welche die braunen Flecken des Schildpatts darstellen sollen, und zwar auf beide Seiten, und lässt ihn bis zu 2 Stunden, je nachdem die Färbung heller oder dunkler werden soll, auf dem Horn liegen. Sodann hebt man die Farbe

mittels Holzspatels ab, wäscht das Werkstück mit kaltem Wasser, trocknet es ab und lässt es 8 bis 12 Stunden lang austrocknen. Zuletzt poliert man mit Tripel oder Wiener Kalk.

Eine andere Vorschrift für die Zusammensetzung jenes Breies ist: 5 Teile gebrannter Kalk, der mit etwas Wasser zu Pulver gelöscht ist, werden mit 2 Teilen Mennige innig gemischt und sodann so viel ätzende Pottaschenlauge hinzugefügt, bis ein starker Brei entsteht, der, wie soeben angegeben, verwendet wird.

Man kann das weisse und gelbliche Horn auch in derselben Weise färben, wie das Holz (S. 720), macht aber hiervon selten Gebrauch.

Das Einlegen von Gold- oder vergoldetem Kupferdraht oder verzierten dünnen Metallblechen findet in folgender Weise statt. Man versieht die Oberfläche des Werkstücks mittels Grabsticheln mit vertieften Linien, legt in dieselben den Metalldraht bezw. die Metallblättchen und befestigt diese mittels Tragantgummi. Es wird sodann das Werkstück wieder in die Form zurückgebracht, in welcher seine Gestaltung stattfand; man erwärmt dann die Form und presst von neuem, wodurch die aufgelegten Metallgegenstände in die Hornmasse gepresst werden.

Sachverzeichnis

über Bearbeitung der Hölzer und des Hornes.

G.

H.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Dritter Teil.

Die Bearbeitung der Gesteine, sowie Verfertigung der Glas- u. Thonwaren.

Es rechtfertigt sich die Zusammenlegung der in der Überschrift genannten Bearbeitungsweisen zunächst dadurch, dass die Vorgänge bei der Zerteilung der Gesteine, des abgekühlten Glases und gebrannten Thones (Spalten, Behauen u. s. w., Schleifen u. s. w.) sich decken. Ferner entstammen die Rohstoffe aller drei Verfertigungsweisen dem Steinreiche, haben viel Verwandtes hinsichtlich der Verschönerungsarbeiten, die bei Thon- und Glaswaren, welche übrigens ineinander übergehen, zum Teil gleich sind.

I. Abschnitt.

Die Bearbeitung der Steine[1]).

Der Zweck des Einreihens der hierher gehörenden Umgestaltungsarten in das vorliegende Handbuch ist in erster Linie, die eigenartigen Vorgänge, welche die Steinbearbeitung mit sich führt, und welche bereits (I, 333) erörtert sind, durch Beispiele mehr hervorzuheben, in zweiter Linie, eine Übersicht der in Frage kommenden Bearbeitungsweisen zu liefern, welche vermöge der Quellenangaben Gelegenheit bieten soll, nach Umständen einzelne Teile dieses Aufbereitungsgebietes eingehender zu studieren. Um das zu behandelnde Gebiet einzuschränken — und weil der Sprachgebrauch solches mit sich bringt — schliesse ich diejenigen Steinbearbeitungsweisen, bei welchen das zerkleinerte Gestein die verlangte Ware bildet, von der vorliegenden Erörterung aus. Ebenso sehe ich ab

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1850, Bd. 16, S. 211 m. Abb.
Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, Berlin 1874, Bd. 1.

von den Aufbereitungsweisen der Schmucksteine, die nebenher beim Schleifen des Glases Erwähnung finden werden.

Es handelt sich dann nur noch um die Bearbeitung der Bausteine.

Erste Abteilung.

Eigenschaften der zu Bausteinen benutzten Felsarten[1]).

A. Allgemeines.

Die Felsarten sind nicht so einfach zu ordnen, wie z. B. die Holzarten, weil sie in der Regel ein oft durch Zufälligkeiten abgeändertes Mineralgemenge und daher so mannigfaltig sind, dass nur die am häufigsten vorkommenden Formen hier beschrieben werden können. Die allgemeinen Eigenschaften wechseln mit der Zusammensetzung und dem Gefüge. Insbesondere ist das letztere für die Bearbeitung wichtig.

Man unterscheidet folgende Gefüge:

1) Die einzelnen Teile besitzen keine bestimmte Gestalt und lassen sich nicht mehr erkennen, indem sie innig zu einem Ganzen verbunden sind. Das Gestein heisst in diesem Falle dicht. Ist ein Gestein voll von rundlichen hohlen Räumen, so nennt man dasselbe blasig, betragen die Höhlungen etwa so viel wie das Feste, so bezeichnet man das Gestein als schlackig, überwiegen aber die Höhlungen, so gebraucht man den Ausdruck bimssteinartig.

2) Die Gemengteile schliessen sich mit ihren Flächen so aneinander, dass weder der eine, noch der andere als umschlossen erscheint; man spricht dann von einem verwachsenen Gestein und zwar von körnigem, wenn die Gemengteile nach allen Richtungen fast gleiche Ausdehnung haben (Granit), von schiefrigem dagegen, wenn jene vorzugsweise nach zwei Richtungen ausgedehnt sind und fast nur mit zwei Flächen sich berühren (Glimmerschiefer). Unter den körnigen Gesteinen unterscheidet man: a. grosskörnige, wenn die Gemengteile grösser als 25 *mm*, b. grobkörnige, wenn sie kleiner, bis herab zu 6 *mm*, c. kleinkörnig, wenn sie kleiner, bis herab zu 2 *mm*, d. feinkörnig, wenn sie kleiner als 2 *mm* im Durchmesser sind.

Ein körniges Gestein, welches gebildet ist aus vielen Kristallen oder kristallinischen Stücken verschiedener Mineralien, die sich gegenseitig durchdringen und daher gleichzeitig gebildet sein müssen, hat granitisches Gefüge, weil auf diese Weise im Granit der Feldspat, Quarz und Glimmer miteinander vereinigt sind.

Die schiefrigen Gesteine sind bald dick-, bald dünnschiefrig, bald gerad-, bald krummschiefrig, zuweilen geknickt-, knotig- oder verworrenschiefrig.

3) Das Gestein enthält eine vorwiegende Grundmasse, welche ein oder mehrere Gemengteile umschliesst. Die Grundmasse kann einfach oder gemengt sein, die eingeschlossenen Teile kristallinisch oder derb. Man unterscheidet:

a. Porphyr-Gefüge. In einer gleichförmigen, dichten oder etwas körnigen Grundmasse sind einzelne und gleichartige, meist allseitig durchgebildete Kristalle eingeschlossen. Die eingeschlossenen Kristalle haben scharfe Kanten und ebene Flächen, gewöhnlich gehören sie dem Feldspat, dem Quarz oder Augit an. Ist die Grundmasse kristallinisch und lässt sie die einzelnen Bestandteile erkennen, unter denen aber doch einzelne grössere Kristalle porphyrartig hervortreten, so kann man von einem porphyrartigen Granit-Gefüge sprechen.

b. Mandel-Gefüge. In einer gleichartigen Grundmasse liegen rundliche Kerne, welche bisweilen hohl sind.

---

[1]) Roemer, Synopsis der Mineralogie und Geognosie, Hannover 1853.

c. Trümmerartiges Gefüge. Das Gestein ist von kleinen, schmalen Trümmern gangartig durchsetzt und bekommt dadurch ein adriges Aussehen.

4) Zelliges Gefüge. Ein meist kristallinisches Mineral bildet unregelmässige Zellen, welche von einem weicheren, dichten Minerale ausgefüllt sind.

5) Sandstein-Gefüge. Lose gewesene Stücke einer oder mehrerer Gebirgsarten sind durch einen Teig miteinander verbunden. Sind die Stücke abgerundete Gerölle, so nennt man das Gestein Conglomerat und, wenn die Stücke gross sind, Puddinge; sind die Einschlüsse dagegen scharfkantig, so heisst das Gestein Breccie. Das Gestein heisst Sandstein, wenn die eingeschlossenen Stücke klein und gleichartig sind und aus Quarz bestehen, dagegen Grauwacke, wenn die Stücke verschiedenen Gebirgsarten entstammen und das Bindemittel thonschieferartig ist.

Es ist nun leicht zu übersehen, dass dichte Gefüge die Bearbeitung durch Spanabheben begünstigen, vermöge der mit solchen Gefügen verbundenen gleichartigen Festigkeit und Härte. Dagegen erschwert das dichte Gefüge das Spalten längs grösserer Flächen.

Körnige und verwachsene Gesteinsarten lassen sich durch Spanabheben um so schlechter bearbeiten, je gröber das Korn und je verschiedenartiger die Härte der Gemengteile ist. Es pflegt ihnen aber ein gewisser Spaltbarkeitsgrad (der zuweilen die Bearbeitung wesentlich erleichtert) eigen zu sein. Bei schiefrigen Gesteinen besteht die Umgestaltung vorwiegend im Spalten.

Bei dem porphyrartigen Gefüge brechen bei versuchtem Spanabheben die eingeschlossenen Kristalle noch leichter aus der Grundmasse, als bei dem verwachsenen körnigen Gefüge, so das Erzeugen glatter Flächen erschwerend. Das steigert sich bei dem Mandel- und weiter dem trümmerartigen Gefüge.

Bei dem sandsteinartigen Gefüge findet die Ablösung der Späne mit seltenen Ausnahmen durch Zerreissen des Bindemittels statt, weshalb nur in besonderen Fällen gelingt, eine glatte Fläche zu gewinnen. Dagegen ist diesem Gefüge ein ziemlicher bis hoher Spaltbarkeitsgrad eigen.

Manche Gesteinsarten haben die schätzbare Eigenschaft, bald nach ihrer Ablösung vom Fels bruchfeucht, viel weicher zu sein als später, sodass sie sich zunächst leicht bearbeiten lassen und doch hernach sehr widerstandsfähig sind. Es gehören hierher viele Sandsteine, Kalksteine u. s. w.

B. Gesteinsarten.

1) Granit ist ein kristallinisch-körniges Gemenge von Feldspat, Quarz, Kali- und Magnesiaglimmer und Oligoklas.

Der Feldspat ist weiss, selten rötlich; der Magnesiaglimmer pflegt schwärzlichgrau bis dunkelbraun, selten schwärzlich grün zu sein; beigemengt finden sich namentlich Hornblende, Granat, Orthit, Titanit, Apatit, Eisenkies. Wird die Hauptmasse kleinkörnig und scheiden sich einzelne grössere Feldspatkristalle aus, so entsteht ein porphyrartiger Granit.

Das Einheitsgewicht des Granits ist = 2,5 bis 2,9; Festigkeit und Härte (Feldspat: 5,5 bis 7, Quarz: 7 der Mohs'schen Härtereihe, I, 105) sind ausgezeichnet und machen den Granit zu einen äusserst schätzbaren Baustein, der auch höchst dauerhaft ist, indessen zuweilen dadurch verwittert, dass der Feldspat sich zersetzt. Er ist schwer zu bearbeiten.

2) Gneis ist aus Feldspat, Quarz und Kali- oder Magnesiaglimmer zusammengesetzt und hat körnig-schiefriges Gefüge mit deutlicher Schichtung.

Dieses Gefüge wird durch die in bestimmten Ebenen gleichlaufenden Glimmerblättchen hervorgebracht, welche ihn leichter spaltbar, aber auch weniger haltbar als Granit machen. Der Feldspat im Gneis ist gewöhnlich grau oder weiss, selten rot, der Quarz in der Regel grau, der Glimmer gelb, braun, grau oder schwarz gefärbt.

Das Einheitsgewicht des Gneis beträgt 2,5 bis 2,9.

3) Syenit ist ein kristallinisch-körniges Gemenge von Feldspat, Oligoklas, Hornblende, Magnesiaglimmer und Quarz.

Der Feldspat ist meist rötlich, der Oligoklas bräunlichrot, die Hornblende graulichschwarz und bald körnig, bald dünnstenglich, der Glimmer schwärzlichgrün; der Quarz fehlt bisweilen ganz. Der Syenit ist selten so grosskörnig als Granit, aber wie dieser bisweilen porphyrartig; er geht häufig in andere Gesteine, namentlich in Granit über und enthält viele Mineralien nebensächlich beigemengt.

Das Einheitsgewicht des Syenit beträgt 2,5 bis 3,0. Derselbe ist leichter zu bearbeiten als Granit, nimmt aber ebenfalls einen hohen Glanz an, weshalb er als Baustein, namentlich für reichere Gliederungen, sehr geschätzt wird.

4) Felsitporphyr, roter oder Quarzporphyr, Feldspat, Oligoklas, Quarz und dunkelgrüner Magnesiaglimmer sind in einer wahrscheinlich aus den Bestandteilen des Granits bestehenden dichten Grundmasse porphyrartig eingewachsen.

Die Grundmasse ist rot, braun oder grau und hat einen feinsplitterigen oder unebenen Bruch. Der Feldspat ist gewöhnlich rot und heller als die Grundmasse; der Oligoklas gelblich oder weisslich; der Quarz in Körnern oder Kristallen vorhanden. Glimmer und Oligoklas treten bisweilen ganz zurück. Beigemengt finden sich namentlich Pinit, Granat, Orthit und Eisenkies.

Die braunen Porphyre der Vogesen zeichnen sich durch die braunrote Farbe der Grundmasse und durch vielen Glimmer aus.

Das Einheitsgewicht beträgt 2,4 bis 2,6; Härte (gegen 6) und Dauerhaftigkeit sind vorzüglich, aber die Bearbeitung ist schwer.

5. Syenitporphyr, Glimmerporphyr.

In einer bräunlichroten, rotbraunen, schwärzlichgrauen bis graulichschwarzen dichten Grundmasse mit feinsplitterigem oder dichtem Bruch liegen Feldspat-Kristalle, Oligoklas, Magnesiaglimmer und Hornblende, aber fast nie Quarzkörner; diese Gesteinsart verhält sich daher zum Syenit, wie der Felsitporphyr zum Granit.

Die Feldspatkristalle sind fleischrot, gelblich- bis graulichweiss, nur selten bis 25 *mm* gross; der Glimmer ist schwärzlichbraun oder grün; die Hornblende oft regelmässig begrenzt. Die Kristalle sind aber fast nie alle gleichzeitig vorhanden; Hornblende und Magnesiaglimmer scheinen sich gegenseitig auszuschliessen. Als unwesentliche Beimengungen kommen vor: Granat, Nephelin, Titanit, Quarz, Magneteisen, Eisenglanz und Eisenkies.

6) Trachit, porphyrischer Trachit.

Er ist vulkanischen Ursprungs. Die oft poröse, feine, scharfe Grundmasse besteht aus Albit und Sanidin und umschliesst Kristalle von glasglänzendem Sanidin, Hornblende und Magnesiaglimmer. Augit und

Titanit sind seltener, Quarz jedenfalls kein wesentlicher Bestandteil. Das Gefüge ist bisweilen granitähnlich oder gneisartig oder schiefrig. Trachit lässt sich ziemlich gut bearbeiten, ist aber zuweilen wenig wetterbeständig.

7) Diorit, Hornblendegrünstein.

Er besteht aus einem granitisch-körnigen Gemenge von Albit und vorherrschender Hornblende; nebensächlich finden sich darin graulichweisse Quarzkörner, Magnesiaglimmer, Eisenkies, Magneteisen, Titanit und Epidot. Das Gestein ist zuweilen schiefrig (Hornblendeschiefer).

Das Einheitsgewicht beträgt 2,7 bis 3,0. Seiner grossen Festigkeit halber wird er meistens als Rauhstein und Pflasterstein verwendet. Mancher Diorit mit schwarzer Hornblende und äusserst feinem Korn kommt (gleich ähnlichem Syenit) unter der Benennung schwarzer Granit oder orientalischer Basalt vor. Auch mancher sogenannte grüne Granit gehört zum Diorit und verdankt seine Farbe der grünen Hornblende.

8) Diabas-Porphyr. Die oft sehr harte (Härte bis 7), bisweilen blasige oder mandelsteinartige Grundmasse ist quarz- und hornblendefrei, grünlichgrau, seladongrün, schwärzlich oder weisslich, auch wohl mit Säuren brausend und kalkhaltig. Sie schliesst ein:

a. beim Oligoklas- und Labradorporphyr: gleichnamige Kristalle, die aber oft keinen deutlichen Blätterdurchgang zeigen und weiss, grau oder grün gefärbt sind;

b. beim Augitporphyr (schwarzem Porphyr, Melaphyr) basaltische Augite mit deutlichen Blätterdurchgängen, oder aber Uralitkristalle (Uralitporphyr). Beide Porphyre sind sehr zähe und oft säulenförmig abgesondert.

9) Dolerit (basaltischer Grünstein, Graustein). Er besteht aus einem kristallinisch-körnigen grau oder schwarz gefärbten Gemenge von Labrador, Augit und etwas titanhaltigem Magneteisen; zuweilen tritt etwas kohlensaurer Kalk und Spateisenstein hinzu.

Der Labrador kommt vor in weissen oder hellgrünen tafelförmigen, der Augit in schwarzen, säulenförmigen Kristallen; beide sind mit blossem Auge zu erkennen, das Magneteisen jedoch oft nur durch den Magnetstab. Beigemengt kommen im Dolerit vor: Nephellin, Rubellan, Bronzit, Hornblende, Olivin, Nemalit, Eisenglanz. Das Gestein ist meist säulenförmig oder kugelig abgesondert. Man unterscheidet auch wohl körnigen, porphyrartigen und Mandelstein-Dolerit.

10) Laven. Als vulkanische Ergüsse finden sich noch Gemenge von Analcim und Augit, von Leucit und Augit, von Sodalit und Augit, sowie von Hauyn und Augit; sie sind meist porphyrartig, alle quarzfrei, meist wasserfrei und oft blasig, schwammig oder schlackig. Einheitsgew. = 2,6 bis 2,8.

11) Basalt (basaltischer Mandelstein, Basanit) ist ein graues oder schwarzes, inniges Gemenge von Labrador, Augit, Magneteisen und einem zeolithartigen Mineral, wozu sich in der Regel noch Olivin, oft auch Spateisenstein und kohlensaurer Kalk gesellen. Der Bruch ist uneben, splittrig und flachmuschelig, das Gestein hart, schwer sprengbar und meist säulen-, kugel- oder plattenförmig abgesondert. Es finden sich in demselben eingewachsen: Hornblende, Augit, Oligoklas, Rubellan,

Hyacinth, wodurch zuweilen ein porphyarartiges Aussehen entsteht. Die Härte beträgt etwa 6.

12) Gabbro (Enpotid) besteht aus einem körnigen Gemenge von Labrador oder Saussurit mit Diallage oder Smaragdit. Das grünliche, massige Gestein hat bald ein granitisches, bald ein porphyrartiges Gefüge, wird auch wohl dicht und dann etwas schiefrig; die Diallage tritt bisweilen ganz zurück. Das Gestein geht in Serpentin und Diabas über, ihm sind nebensächlich beigemengt: Magnesiaglimmer, Hornblende, Wollastonit, Granat, Serpentin, Eisen- und Magnetkies, Titaneisenerz.

13) Serpentin (gemeiner Serpentin). Er besteht aus Serpentin mit dichtem, feinkörnigem oder verworren faserigen Gefüge, ist grün, gelb, rot oder braun gefärbt, oft gefleckt oder geadert, zuweilen mit Pyrop, Bronzit, Chlorit, Glimmer, Magneteisenstein, Eisenkies, Arsenikkies, Chromeisen oder Platin gemengt, bildet massige oder unregelmässig geschichtete, bisweilen säulenförmig abgesonderte Stückgebirge. Der Härtegrad beträgt etwa 2,5 bis 3, das Einheitsgew.: 2,4 bis 2,6.

14) Quarzfels (Quarzit) ist körnig bis dicht, zuweilen porig und weiss, grau, rötlich oder gelblich gefärbt. Das Gestein tritt meistens massig auf, wird aber auch wohl durch Glimmerblättchen schiefrig; beigemengt finden sich darin Turmalin, Rutil, Glimmer, Eisenkies. Härte: 7, Einheitsgew.: 2,56 bis 2,75.

15) Kieselschiefer (lydischer Stein) ist ein geschichteter, stark zerklüfteter, dichter, schiefriger, grauer, roter, brauner oder schwarzer, oft von weissen Quarzadern durchzogener, durch Kohle gefärbter Hornstein (Härte: 7); sein Bruch ist splittrig oder muschelig.

16) Hornfels ist ein inniges Gemenge von Quarz mit wenig Feldspat und etwas Schörl und hat graue, braune bis schwarze Färbung und feinkörnigen bis splitterigen Bruch. Er ist sehr fest, gewöhnlich geschichtet, führt beigemengt schwarzen Glimmer, Chlorit und braunen Granat. Härte: 7.

17) Marmor (körniger Kalkstein) besteht, wie der folgende dichte Kalkstein, grösstenteils aus kohlensaurem Kalk. Das Gefüge des Marmors ist körnig, zuckerähnlich, Korn und Festigkeit sind sehr verschieden; gewöhnlich ist er weiss gefärbt und an den Kanten durchscheinend, zuweilen aber gelblich, grau, blau oder rötlich. Zu den grobkörnigen Arten gehört der parische und salinische, zu den feinkörnigen der pantelische; zwischen beiden steht der carrarische. Beim breccienartigen Marmor sind Stücke eines reineren Marmors durch eine weniger reine und anders gefärbte Marmormasse umschlossen. Unwesentliche Beimengungen des Marmors sind: Flussspat, Glimmer, Tremolith, Pargasit, Diorid, Augit, Vesuvian, Zeilanit, Bergkristall, Eisenkies, Graphit, Anthracit und Schwefel. Einheitsgew.: 2,64 bis 2,72; Härte gegen 3.

18) Dichter Kalkstein besteht aus dichtem kohlensaurem Kalk, lässt aber kaum noch kristallinisches Gefüge erkennen und enthält gewöhnlich fremdartige Beimengungen (Thon, Bittererde, Kieselerde, Eisen, Mangan u. s. w.). Je reiner er ist, desto splittriger fällt sein Bruch

aus. Weisse und graue Farben sind vorherrschend, Kieselerdegehalt vermehrt die Härte des Kalksteins, Thonerdegehalt mindert sie.

Die Kalksteine sind gewöhnlich geschichtet, werden auch wohl durch Thonaufnahme oder durch Abwechslung mit Mergelteilen schiefrig.

Einheitsgew.: 2 bis 2,72. Härte gegen 3.

19) Rogenstein besteht aus miteinander fest verbundenen, höchstens erbsengrossen Kugeln dichten Kalksteins.

20) Kalktuff, Duckstein ist ein poriger, matter, rauh anzufühlender, ziemlich reiner, verschieden gefärbter Kalkstein, welcher sich meistens leicht bearbeiten lässt.

21) Dolomite. Sie bestehen aus kohlensaurer Bittererde und kohlensaurem Kalk, zu denen aber, wie beim Kalk, manche andere Bestandteile hinzutreten können. Das Mengenverhältnis beider Hauptbestandteile ist sehr verschieden. Die Dolomite sind gewöhnlich schuppig-körnig und feinkörnig, teils fest, teils loskörnig; sie sind weiss, graulich, gelblich, auch wohl rostfarbig. Ihre Härte beträgt gegen 3,5.

22) Gips, Alabaster, besteht der Hauptsache nach aus schwefelsaurem Kalk. Er ist kristallinisch, zuckerähnlich, faserig, schiefrig, dicht oder breccienartig und weiss, grau oder bunt, auch wohl schwarz gefärbt und gefleckt. Nur selten bemerkt man an ihm eine deutliche Schichtung. Einheitsgew. 2,2 = bis 2,4; Härte = 1,2 bis 2.

23) Anhydrit ist wasserfreier schwefelsaurer Kalk, der indes — wie der Gips — verschiedene Gemengteile enthält. Der kieselhaltige Anhydrit (Vulpinit) dient als Baustein. Einheitsgewicht = 2,8 bis 3; Härte = 2 bis 2,5.

24) Grauwacke ist aus Quarz-, Kieselschiefer-, Thonschiefer-, Granit- und anderen, meistens abgerundeten Stücken, welche eine oft sandige Thonschiefermasse verbindet, zusammengesetzt. Das Gestein hat ein sehr verschiedenes Korn und bisweilen das Ansehen, als wenn gröbere Gerölle durch feinere verbunden wären; die Farbe ist grau, bläulich, auch wohl schwärzlich und rötlich. Wegen ihrer Härte ist die Grauwacke schwer zu bearbeiten.

25) Sandsteine. Kleine oder feine, ziemlich gleichförmige, meist unbestimmt eckige, selten kristallisierte Quarzkörner sind durch eine Masse verbunden, welche aus Quarz-, Mergel-, Kalk-, Talk-, Eisenthon- u. s. w. Teilen zusammengesetzt ist. Dieser Verschiedenartigkeit des Bindemittels entspricht die grosse Zahl der Sandsteinarten, insbesondere auch deren Festigkeit und Härte.

26) Thonschiefer. Es sind verhärtete Thone sehr verschiedener Zusammensetzung und Abstammung. Sie sind dicht, meist schwärzlich, durch Verwitterung gelb oder rot, stark geschichtet, auf den Spaltflächen schimmernd und aus Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd, Talkerde, Kali, Wasser und Kohle zusammengesetzt. Ihre Härte beträgt 1,2 bis 2. Als Bausteine sind hervorzheben:

a. Dachschiefer, das sind kristallinische Thonschiefer, deren Spaltbarkeit sehr weit geht, aber den Schichtungsflächen nicht gleichlaufend zu sein pflegt. Sie sind grünlich- oder bläulichgrau, selten weisslich und

auf den Spaltflächen schimmernd bis glänzend, von Perlmutter- oder Seidenglanz.

b. Gewöhnlicher Thonschiefer, in denen ungemein kleine Glimmerschüppchen, Thon und Quarzkörnchen zu einer gleichartigen Masse verbunden sind. Von den Dachschiefern sind sie oft schwer zu unterscheiden; fast immer aber zeigen ihre Spaltflächen weniger Glanz.

Zweite Abteilung.

Verarbeitung der Felsarten zu Bausteinen.

A. Pflastersteine.

Als Rohstoffe dienen: Granit, Gneis, Diorit, Dolerit, Lava, Basalt, Gabbro, Quarzfels, Kieselschiefer, Kalkstein, Quarzsandstein u. s. w., d. h. solche Felsarten, welche sich durch Härte auszeichnen und gleichzeitig genügend billig sind. Bevorzugt sind die härteren und solche Gesteine, welche dem Verwittern fast gar nicht unterliegen.

Die Pflastersteine sind im grossen und ganzen nach einer schlanken, abgestumpften Pyramide gestaltet, deren Grundfläche der sogenannte Kopf, d. h. diejenige Fläche bildet, welche nach dem Versetzen der Steine oben liegt. Um die durch Sprengen oder andere Gewaltmittel gewonnenen, mehr oder weniger unregelmässig gestalteten Gesteinsstücke in diese Gestalt überzuführen, bedient man sich der sogenannten Fläche oder des Schellhammers, Fig. 192, d. i. eines Hammers mit zwei in der Richtung des Helmes liegenden schmalen Finnen oder abgerundeten Schneiden. Dieselben bewirken, mit wuchtigem Schlage gegen den Stein getrieben, entweder ein Spalten des letzteren, in gleicher Weise wie die Zuckerzange (I, 333) oder ein Absprengen kleinerer Stücke nach Art des Schlageisens. Zuweilen lässt man dem durch Fig. 192 abgebildeten grossen Hammer einen kleineren derselben Art mit kürzerem Stiel folgen, welcher mit nur einer Hand geschwungen wird und zu genauerer Gestaltung geeignet ist.

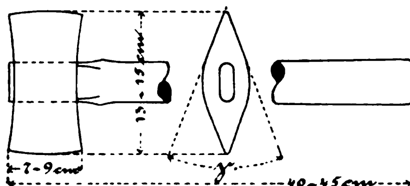


Fig. 192.

Die Zuschärfung des Schellhammers wird, je nach der Härte des Steines, verschieden gewählt. Für sehr harte Steine, z. B. Quarzfels, Granit u. s. w. wird der Winkel (Fig. 192) gegen 50° gross gemacht, für weichere Steine kleiner, bis herab zu 25°. Es soll für derartige Hämmer — wie für die meisten Steinbearbeitungswerkzeuge — ein zäher, gut durchgearbeiteter Stahl mit etwa 0,7 bis 0,9 % Kohlenstoffgehalt verwendet und dieser beim Härten purpurrot bis veilchenblau angelassen werden. Fleissiges Ausschmieden der Schneiden bei niedriger Temperatur und vorsichtiges Erwärmen behufs des Härtens sind unbedingte Erfordernisse für ein gutes derartiges Werkzeug.

Zuweilen sind die (schwach gewölbten) Finnen oder Schneidkanten nicht gleichlaufend, sondern schliessen einen Winkel ein, dessen Scheitel etwas hinter der Hand des Arbeiters liegt.

Umfangreichere Betriebe bedienen sich zum Spalten wohl einer durch Maschinenkraft betriebenen „Fläche“, einer Spaltmaschine.[1]) Gegenüber einem keilartigen Amboss ist ein ebenso gestalteter Hammer — welcher z. B. unmittelbar an der Stange des Dampfkolbens befestigt ist — thätig, sodass der Stein — wie der Zucker seitens der Zuckerzange (I, 333) — gleichzeitig an zwei einander gegenüberliegenden Stellen angegriffen wird.

Bei manchen Gesteinen (z. B. dem Basalt) wird wohl vorher ein schwerer Hammer in der Hauptspaltrichtung angewendet, teils um grössere Stücke zu zerlegen, teils um solche Stellen aufzudecken, welche dem Spalten wenig Widerstand entgegensetzen. Da mit wenigen Ausnahmen die Kopffläche winkelrecht zu der Spaltrichtung gewählt wird, so ist von Wichtigkeit, derartige schwache Stellen auszuschliessen, weil andernfalls die Spaltung im fertigen Steinpflaster unter der Einwirkung schwer belasteter Wagenräder eintreten würde.

Selten kommt der Kraushammer (I, 334) zur Ebnung der Kopfflächen in Verwendung.

B. Rauhsteine.

Ihre Bearbeitung weicht, da es sich fast immer nur darum handelt, die durch das Brechen der Steine gewonnene unregelmässige Gestalt zu berichtigen, nur wenig von derjenigen der Pflastersteine ab. Es sollen vor allen zwei gleichlaufende Flächen gebildet werden, welche die wagerechten Fugenflächen zu bilden haben und eine in die Aussenfläche des Mauerwerks kommende zu jener im wesentlichen winkelrechte Fläche. Da nun die Gesteinsarten winkelrecht zur Spaltrichtung am tragfähigsten sind, so werden die beiden erstgenannten Flächen — wenn sie nicht schon in dem Fels durch Schichtungen desselben vorhanden waren — meistens durch Spalten erzeugt. Dieses Spalten kommt auch bei den weiter unten zu erörternden Hausteinen vor und mag deshalb hier für beide Bausteinarten gemeinsam abgehandelt werden.

Leicht spaltbares Gestein in nicht sehr grossen Stücken bedarf nur des geschickten Schlages mit dem Schellhammer. Grössere oder schwerer zu spaltende Stücke werden mit eisernen Keilen behandelt, die man auf den Rand der sichtbaren Spaltflächen setzt und vorsichtig eintreibt. Noch grössere Stücke von weniger vollkommener Spaltbarkeit verlangen sorgsame Behandlung. Wegen der verhältnismässig geringen Bruchfestigkeit der Steine ist nur bei gut spaltbaren derselben zulässig, eiserne Keile ähnlich einzusetzen, wie beim Spalten des Holzes (vgl. I, 331) und auch diese verlangen, dass sämtliche auf die Länge der beabsichtigten Spaltung verteilten Keile möglichst gleichmässig eingetrieben werden. Bei schwierigeren Spaltungen verteilt man auf die Länge eine Anzahl meistens runder Löcher, setzt in sie — hölzerne oder eiserne — Beilagen *b*, Fig. 193, und treibt den Keil *a* zwischen diese, so den zum Zerreissen des Steines *S* dienenden Druck tiefer legend. Holz eignet sich für die

[1]) D. p. J. 1879, **234**, 366 m. Abb.

Beilagen *b* besser als Eisen, weil es sich an die Wandflächen des im Stein *S* hergestellten Loches besser anschmiegt, den Druck des Keiles *a* besser überträgt. Es unterliegen jedoch die hölzernen Beilagen der Abnutzung in hohem Grade, weshalb vielfach die eisernen vorgezogen werden. Nicht selten werden dieselben nach Fig. 194, also keilförmig gestaltet, während man das getriebene Stück *a* stabförmig macht. Hierdurch wird der zum Zerreissen des Steines dienende Druck allmählich tiefer in den Stein gelegt.

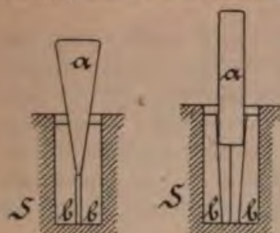


Fig. 193. Fig. 194.

Gesteine, bei welchen eine bestimmte Spaltrichtung nur in geringem Grade vorliegt, lassen sich übrigens auf diesem Wege auch winkelrecht zu derselben durch Spalten zerlegen.

Zuweilen wird bei Rauhsteinen die demnächstige Schauseite mehr oder weniger regelmässig behauen; die betreffenden Arbeitsverfahren decken sich mit den bei den Hausteinen vorkommenden.

C. Hausteine.

Zu solchen werden die meisten der w. o. (S. 793 u. f.) angeführten Gesteinsarten verarbeitet, indessen die sehr harten (Granit, die meisten Porphyre, Diorit, Basalt, Quarzfels u. dgl.) nur dann, wenn die Kostspieligkeit der Bearbeitung keine Rolle spielt.

Bei dem Brechen der Steine wird schon auf die verlangten Abmessungen Rücksicht genommen, indessen werden die Stücke nicht selten in solcher Grösse gewonnen, dass sie vor weiterer Bearbeitung einer Zerlegung zu unterwerfen sind. Dieselben finden statt durch Spalten (s. o.) oder durch Zersägen.

a. Sägen der Steine.[1]) Nur die weichsten Gesteine lassen sich mit Erfolg mittels verzahnter stählerner Sägen zerlegen. Es sind das: Gips, Anthracit, Dachschiefer, Serpentin, einige Laven, Duckstein und einige andere. Diese Sägen unterscheiden sich alsdann nur wenig von den für Holz gebräuchlichen. Die Einspannrahmen der Gattersägen pflegen kräftiger zu sein, die Wagen, welche die Steinblöcke den Sägen entgegenführen, sind der Eigenart der Steine angepasst, auch werden vielfach Netzvorrichtungen angewendet, teils um durch auffliessendes Wasser die Sägeblätter zu kühlen, teils um die Staubbildung zu verhüten.[2])

Für härtere Gesteine kommen Sägen mit eingesetzten, bezw. auswechselbaren Zähnen zur Anwendung, jedoch bisher in ziemlich geringem Umfange. Sie haben den Vorzug gewöhnlichen Sägeblättern gegenüber, dass man die stählernen Zähne sehr hart machen, ja, statt dessen Stücke des (schwarzen) Diamant verwenden kann.[3])

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 16, 1850, S. 257 m. Abb.
Th. Schwartze, Steinbearbeitungsmaschinen. Leipzig 1885 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1844, **92**, 146; 1885, **256**, 209, 383, **257**, 304, sämtl. m. Abb.
[3]) Bayer. Kunst- u. Gewerbebl. 1845, S. 350 m. Abb.
D. p. J. 1877, **225**, 303; 1878, **228**, 403 m. Abb.
Schwartze, Steinbearbeitungsmaschinen. S. 68 m. Abb.

Am gebräuchlichsten ist das **Zerlegen** der härteren Steine **mittels des Schleifens** (I, 398).

Es wird die für die Bearbeitung harter Stoffe überhaupt sehr wertvolle Thatsache benutzt, dass, wenn man zwischen einen weichen und einen harten Körper, die gegeneinander verschoben werden, ein Schleifmittel (Quarzsand, Schmirgel, Diamantstaub u. dgl.) bringt, der weiche Körper viel weniger angegriffen wird, als der harte. Die aus weichem Gusseisen bestehenden Schienen, welche zum Schleifen des Glases dienen, verlieren z. B. dem Gewicht nach nur etwa $^1/_{60}$ dessen, was vom Glase abgeschliffen wird, also nur etwa $^1/_{160}$ desselben dem Raum nach! Je weicher der eine der Körper ist, um so geringer ist im allgemeinen die Abnutzung desselben. Es sind daher die sogen. **Schwertsägen**, d. h. dünne, in Rahmen gespannte Blätter, welche mittels Quarzsand Steine zerschneiden, aus Kupfer gefertigt; z. Z. verwendet man vorzugsweise sehr weiches Schmiedeisen, insbesondere Flusseisen.

Man bewegt diese Blätter in wagerechter Richtung, vornehmlich wohl, um das zu rasche Abfliessen des Gemenges von Quarzsand und Wasser, welches das eigentliche Werkzeug bildet, zu verhüten. Die Rahmen werden mittels der Hand oder mittels Kurbel und Lenkstange bewegt, durch ihr eigenes Gewicht — das nach Bedarf durch Gegengewichte zum Teil aufgehoben wird — gegen den festliegenden Stein gedrückt. Der möglichst scharfkantige Quarzsand ist über dem Gatter in einem Gefäss mit durchlöchertem Boden oder einem mehrfachen Trichter aufgehäuft und wird durch auftröpfelndes Wasser der Arbeitsstelle zugespült. Dasselbe Wasser spült den Schleifschmand aus den Schnittfugen.

Da der gewöhnliche Sand vielfach gerundet ist, so wird zuweilen Sandstein zerstossen, welcher scharfkantigere Körner liefert. Das Verhältnis der Sandmenge zur Wassermenge ist nicht gleichgültig; im allgemeinen rechnet man auf 1 *l* Sand, 4 bis 5 *l* Wasser, ändert aber dieses Verhältnis nach Bedarf. Es darf auch nicht zu wenig Sand zugeführt werden, weil alsdann die Schnittweiten zu gering werden, also die Blätter sich klemmen; zu viel Sand führt aber zu unnötiger Erweiterung der Schlitze.

Für sehr harte Gesteine (Granit) wird empfohlen[1], statt des Sandes abgeschreckte Gusseisenkügelchen zu verwenden. Ein gegen das dünn ausfliessende Eisen gerichteter Dampfstrahl zerstäubt das Eisen; die sich bildenden 0,5 *mm* dicken Kügelchen fallen in kaltes Wasser. Diese so gewonnenen Kügelchen werden mit einem weichen Eisenblatt und Wasser gerade so verwendet, wie Sand. Es soll so möglich sein, die Blätter stündlich 7,5 bis 10 *cm* tief in Granit eindringen (unter Verbrauch von 15 *kg* Eisen für 1 *qm* Schnittfläche, diese einfach gerechnet) zu lassen, während mit Sand im Tage nicht so viel geleistet wird. Bei kleinen Blöcken, für welche kürzere Blätter verwendet werden (die man derber gegen den Stein drücken darf), soll das Eindringen in Granit sogar auf stündlich 30 bis 35 *cm* getrieben werden können.

Bei derartigen **Gatter-Steinschneidemaschinen**[2] treten nun folgende Schwierigkeiten auf: Es soll, behufs Schonung der Blätter, der Druck derselben gegen den Stein eine gewisse Grösse nicht überschreiten, anderseits aber, um möglichste Leistung zu erzielen, nicht zu klein sein.

---

[1]) D. p. J. 1877, **225**, 304.

[2]) Abr. Rees, Cyklopaedia, London 1819, Bd. 22, Schlagwort Marble, m. Abb.

D. p. J. 1824, **15**, 324; 1826, **20**, 343; 1833, **47**, 96; 1845, **96**, 101; 1877, **224**, 158; 1881, **240**, 183, sämtl. m. Abb.

Pract. Masch.-Constr. 1887, S. 17 m. Abb.

Man regelt daher, wie bereits erwähnt, diesen Druck durch teilweises Aufheben des Gattergewichtes mittels Gegengewichte. Das Gatter überragt aber den Stein bei seiner schwingenden Bewegung zuweilen an der einen, zuweilen an der anderen Seite in erheblichem Grade, der Rest seines Gewichtes wird deshalb nicht gleichförmig auf die Länge jeder Schnittfuge übertragen. Man ist somit genötigt, um an dem Ende des Steines, welches von dem Gatter bedeutend überragt wird, den Druck in der Grenze des Zulässigen zu erhalten, an dem anderen Ende nur einen recht geringen Druck anzuwenden. Bei neueren Steinschneidemaschinen gleitet das Gatter auf einem senkrecht geführten Rahmen, an welchem die Ketten der Gegengewichte — und zwar möglichst an den äusseren Enden derselben — befestigt sind. Man hängt den das Gatter führenden Rahmen mittels seiner vier Ketten auch wohl an eine Winde, welche ihn allmählich oder ruckweise[1]) niedersinken lässt. Durch derartige Mittel ist der erwähnte Übelstand zwar in mehr oder weniger hohem Grade gemildert, aber nicht beseitigt.

Da das Gatter mit dem Fortschreiten der Arbeit tiefer und tiefer sinkt, so würden, wollte man die treibende Lenkstange unmittelbar auf das Gatter wirken lassen, durch die verschiedene Schräglage der Lenkstange bedeutende, von oben nach unten, bezw. umgekehrt gerichtete Kräfte das Gatter beeinflussen. Man schaltet daher zwischen Lenkstange und Gatter einen möglichst langen, einarmigen Hebel, mit dem das Gatter durch eine am Hebel verschiebbare Hülse verbunden ist. Der zuerst genannte Übelstand und die Schwere des Gatters nebst eingeschaltetem Hebel bedingen nun geringe Schnittgeschwindigkeiten (0,4 bis 0,9 *m* sekundlich) oder kleine Hubhöhen und Umdrehungszahlen der Kurbel.

Man hat deshalb neuerdings Steinschneidemaschinen angewendet, bei welchen das bewegte Schleifwerkzeug durch Verbinden seiner Enden endlos gemacht ist.

Die eine der vorkommenden Arten benutzt ein flaches Band (Bandschneidemaschine), welches, wie bei Bandsägen (I, 419) um zwei Rollen gelegt ist und mit diesen dem Werkstück entgegengeführt wird[2]), die andere aber ein endloses Drahtseil (Seilschneidmaschine), das nach verschiedenen Richtungen Biegungen zulässt und deshalb weitgehendere Freiheit in der Anwendung gewährt.[3])

Diese Maschinen arbeiten stetig, sind also frei von den Massenwirkungen der Gattermaschinen (S. 609) und gestatten demgemäss eine viel grössere Schnittgeschwindigkeit (es wird angegeben: 4 bis 4,5 *m* sekundlich), erlauben ferner eine regelmässige Zuschiebung, sind also leistungsfähiger als die Gatterschneidmaschinen.

Die Bandschneidmaschine von Armand Auguste ist folgendermassen eingerichtet: Ein endloses Band ist um zwei Rollen mit senkrechter Achse gelegt, sodass das Blatt geeignet ist, senkrecht nach unten zu schneiden. Man hat die 2,5 *m* im Durchmesser grossen Rollen mit einem Gummiband umlegt

---

[1]) Pract. Masch.-Constr. 1887, S. 17 m. Abb.
[2]) Public. industrielle, 1887/88, Bd. 31, S. 243 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1884, **253**, 388; 1890, **275**, 481 m. Abb.

und mit zwei Borden versehen, um die Führung in der Blattebene zu erzielen. Für die seitliche Blattführung und die Rückenführung sind, wie bei Bandsägen (I, 419), einstellbare Vorrichtungen vorhanden. Die eine der Rollen wird angetrieben, während die andere sich lose dreht; letztere kann behufs Anspannens des Blattes verschoben werden. Beide Rollen sind an Querstücken gelagert, welche an gut bearbeiteten Führungen des eisernen Gestelles senkrecht zu verschieben sind. Bemerkenswert ist die Zufuhr des Schleifsandes und Wassers. Da eine stetige, gleichförmige Bewegung des Blattes stattfindet, so ergiebt sich eine stetige Versorgung der Eintrittsstelle des Bandes mit Wasser und Sand von selbst. In einiger Höhe sind Gefässe für Wasser und trocknen Sand aufgestellt. Unter dem trichterförmigen Ende jedes Sandgefässes befindet sich ein von unten genau einstellbarer Schieber, welcher die erforderliche Sandmenge fallen lässt; sie wird mittels eines Gummischlauchs nach unten geleitet und fällt schliesslich aus der engen unteren Öffnung des Gefässes *c* auf das geneigte Plättchen *a*, Fig. 195. Aus dem zugehörigen Wassergefäss fliesst — durch einen Gummischlauch — in regelbarer Menge Wasser in den Brausekopf *d*, welcher es gegen das Plättchen *a* wirft und hierdurch Sand und Wasser mischt. Die Einrichtung ist über einer gusseisernen Büchse *B* angebracht, die an dem Führungsarm *A* des Bandes befestigt ist. *B* ist in seinem oberen Teil behufs Aufnahme des endlosen Bandes geschlitzt und enthält quer gegen diesen Schlitz zwei Schienen, an welchen zwei Plättchen *b* verschiebbar sind. Diese Plättchen sind dachartig gegeneinander geneigt und lassen am unten hängenden First dieses Daches einen Spalt frei, welcher gerade über dem Band sich befindet und deshalb das Gemenge von Sand und Wasser sicher auf das Band leitet. Vermöge der Einstellbarkeit des Führungsarmes *A* wird die Büchse *B* so nahe als möglich an den zu zerlegenden Stein *S* gerückt, um dem Schleifgemenge möglichst wenig Gelegenheit zum Abfliessen zu geben. Es können übrigens beide gerade Trume des Bandes gleichzeitig arbeiten, d. h. es ist möglich, mit dem einen endlosen Band gleichzeitig zwei Schnitte zu erzeugen.

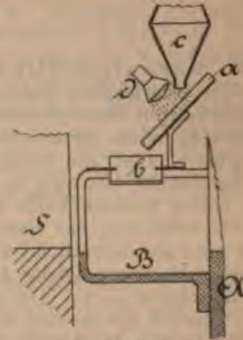


Fig. 195.

Auguste hat (vergl. die Quelle) auch eine Maschine mit mehreren Bändern vorgeschlagen, die jedoch in ihrer vorliegenden Anordnung grosse Bedenken erregt.

Gay, der Erfinder der Seilschneidmaschine, verwendete 1880 im vorliegenden Sinne einen Draht, später ist dieser durch ein schwach gedrehtes dreidrähtiges, 3 bis 7 *mm* dickes Seil von Stahldraht (soll wohl heissen: Flusseisendraht) ersetzt worden und zwar mit entschiedenem Erfolg. Man schiebt das dem Umstande zu, dass der Sand durch die Furchen des Seiles besser gehalten wird, als durch die mehr oder weniger glatte Oberfläche des einfachen Drahtes. Die Länge eines Seiles beträgt 180 bis 190 *m*, sodass ein solches Seil 20 bis 25 *m* Schnitttiefe in „belgischen Steinen" und Marmor bis zu seinem Verschleiss zu erzeugen vermag. Die Versorgung mit Sand und Wasser findet natürlich an der Eintrittsstelle des Seiles statt; eine Beschreibung der betreffenden Einrichtung fehlt. Das Seil ist nun über eine Antriebsrolle, über zwei am Maschinengestell gelagerte Rollen, zwei unter den vorigen befindliche am Maschinengestell senkrecht verschiebbare Leitrollen und eine Spannrolle gelegt, welche in dem Grade nachgiebt, wie das Seil tiefer in das Werkstück dringt. Bei der Anordnung, welche Fig. 196 darstellt, ist noch eine fernere Leitrolle erforderlich. In der angezogenen Figur bezeichnet übrigens *B* den zu zerlegenden Block, *A* die Antriebsrolle. Der Leitrollendurchmesser ist zu 80 *cm* angegeben. Indem man nun mehrere derartige Seile nebeneinander legt, erhält man ohne Umstände eine Schneidmaschine, mittels welcher gleichzeitig ebensoviele Schnitte erzeugt werden, also der Block in Platten zerlegt werden kann. Als

Mangel ist wohl die durch das Seil hervorgebrachte grössere Schnittweite hervorzuheben.

Was die Leistungsfähigkeit und den Kraftbedarf der vorliegenden Steinschneidemaschinen anbelangt, so sind nur wenige Beobachtungen bekannt.

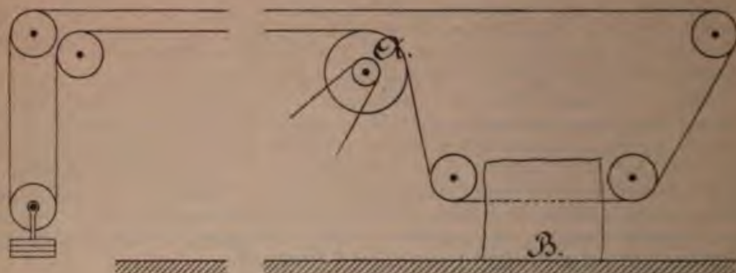


Fig. 196.

Karmarsch führt folgende Beispiele an.[1]) Ein Wasserrad, welches 8 Pferdekräfte entwickelte, betrieb 4 Gatter, von denen jedes 18 Blätter enthielt. In mittelharten Marmor drangen die Blätter während 24stündiger Arbeit ~ 10 *cm* tief ein, indem sie minutlich 80 bis 82 einfache Züge machten. Zwei der Blöcke waren 2,84 *m*, die beiden anderen 2,53 *m* lang, sonach betrug die gesamte Schnittfläche 19,33 *qm* in 24 Stunden oder 0,1 *qm* für Stunde und Pferdekraft. In einem anderen Falle wurden 3 Gatter durch ein Wasserrad mit 2,5 Pferdekraft betrieben; das eine Gatter enthielt 15, die beiden anderen je 14 Blätter; sie machten minutlich 56 bis 58 einfache Züge. Die Länge der Blöcke (mittelharter Marmor) betrug bei dem erstgenannten Gatter 1,8 *m*, bei einem der 14blättrigen Gatter 2,05 *m*, bei dem anderen 1,82 *m*; die Blätter drangen in 24 Stunden 6,5 *cm* tief ein; daher Gesamtleistung 5,28 *qm* in 24 Stunden oder 0,088 *qm* für Pferdekraft und Stunde.

Schwartze giebt an[2]), dass die gewöhnliche Gatter-Schneidmaschine in „mittelhartem Stein" stündlich 0,15 bis 0,17 *qm* Schnittfläche für jedes Blatt erzeugte und bei täglich 10stündiger Arbeit die etwa 4 *m* langen, 6 bis 7 *cm* breiten, 2 bis 3 *mm* dicken Blätter innerhalb 14 Tagen verschliessen wurden. Der Arbeitsbedarf ist an dieser Stelle nicht genannt. An anderer Stelle[3]) findet sich die Angabe: „mit einem Gatter wird der Stein von etwa 2 *m* Länge, je nach dem Grade seiner Weichheit bei 9stündiger Arbeitsschicht auf 0,6 bis 0,75 *m* Tiefe eingeschnitten", kurz vorher aber wird angegeben, dass jedes Blatt des Gatters etwa 0,6 Pferdekraft zum Betriebe gebrauche. Gehören die Zahlen zusammen — was man nicht erkennen kann — so entspricht die Leistung in mittelhartem Stein rund 0,25 *qm* für Pferdekraft und Stunde, also $2^1/_2$ bis 3mal soviel wie nach den vorigen Angaben.

Ferner soll[4]) eine Gatterschneidmaschine in hartem Portlandstein (dichter Kalkstein) bei 2,5 Pferdekraft Betriebsarbeit 9 bis 10 *qm* Schnittfläche (einfach gerechnet) in 10 Stunden erzeugen. Das würde einer Leistung von 0,36 bis 0,4 *qm* für Pferdekraft und Stunde entsprechen.

Die hier hervortretenden Verschiedenheiten wird man teils ungenauer Beobachtung, teils der Verschiedenheit der Maschinen und Steine zuzuschreiben haben.

Über die Auguste'sche Bandsäge wird folgendes angegeben:[5]) Die von einer 6pferdigen Locomobile betriebene Schneidmaschine durchschnitt einen 2,18 *m*

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1837, Bd. 16, S. 259, Fussvermerk.
[2]) Schwartze, Steinbearbeitungsmaschinen, S. 50.
[3]) Vor. Quelle, S. 56.
[4]) D. p. J. 1877, **224**, 159 m. Abb.
[5]) Publ. industrielle 1887/88, Bd. 31, S. 249.

langen, 1 *m* hohen Block dichten Kalksteins in $7^1/_2$ Minuten, oder lieferte stündlich $\frac{2,18 \times 1 \times 60}{7,5} = \sim 17$ *qm* Schnittfläche, einfach gerechnet, d. h. wenn die 6 Pferdekräfte der Locomobile voll benutzt worden sind: $17 : 6 = 2,86$ *qm* für Pferdekraft und Stunde.

Beide Trume arbeiteten gleichzeitig, sodass ein 1,26 *m* langer, 1 *m* hoher Block in $8^1/_2$ Minuten zweimal durchschnitten wurde. Das entspricht: $\frac{2 \times 1,26 \times 1 \times 60}{8,5} = \sim 17,8$ *qm* Schnittfläche stündlich oder 2,96 *qm* für Pferdekraft und Stunde.

Es muss dieser Stein ausserordentlich weich gewesen sein und erscheint mir zweifelhaft, ob überhaupt mit zahnlosem Bande und Sand geschnitten ist. In derselben Quelle findet man die Angaben, dass die Maschine — ob derselben Grösse ist nicht gesagt — stündlich in Kalktuff 0,87 *qm* Schnittfläche erzeuge, und — je nach der Schnittlänge und der Härte der Steine — das Band stündlich eindringe: in Marmor 0,1 bis 0,25 *m*, belgischen Granit 0,2 bis 0,25 *m*, französischen und italienischen Granit 0,05 *m* bis 0,1 *m*. Welcher Arbeitsaufwand hiermit verbunden ist, vermag man der Quelle nicht zu entnehmen.

Die Seilschneidmaschine endlich soll folgendes ergeben haben: Bei 4 bis 4,25 *m* sekundlicher Geschwindigkeit und 3 bis 4 *m* Schnittlänge sank das Seil stündlich in Granit und Porphyr 2 bis 4 *cm*, belgischem Marmor 10 bis 12 *cm*, weissem Marmor 30 *cm* und in Tuffstein bis 50 *cm* tief ein; es gebrauchte hierbei das Seil etwa 2 Pferdekräfte. Kann man annehmen, dass der Marmor ebenso schwer zu schneiden ist, als dichter Kalkstein, so kommt man zu ähnlichen Arbeitsaufwänden, wie sie bei den beiden letzten Beispielen über Gattersägen angegeben sind.

b. Gröberes Bearbeiten der Steinflächen.

Sehr weiche Gesteine bearbeitet man mit Hilfe gewöhnlicher Beile (S. 633) und Hobel (S. 652), die von denjenigen für Holz sich nicht unterscheiden wie die Sägen, mittels welcher man derartige Steine zerlegt. Von härterem Gestein lassen sich nur durch Absprengen oder Abspalten (I, 333) Späne ablösen. Hierbei ist — wie bei dem Schmieden — die Wirkung des Stosses sehr nützlich, indem sie gestattet, an derjenigen Stelle, an welcher die zum Spalten erforderliche Spannung hervorzubringen ist, den hierzu dienenden Druck mittels des Stosses verhältnismässig leicht tragbarer Massen zu erzeugen.

Zur Beseitigung grösserer Stücke dient der Einspitz oder die Schlagspitze, Fig. 197, d. i. ein etwa 24 *cm* langes Werkzeug von 1,5 bis 2,5 *cm* Dicke, mit pyramidenförmiger Spitze aus zähem Stahl und am anderen Ende so ausgebildet, dass man es gut mittels der Hand halten kann. Man treibt dasselbe, nachdem es aufgesetzt ist, mittels eines hölzernen oder häufiger eines eisernen 1,5 bis 3,5 *kg* schweren Schlägels in den Stein. Weniger dicke Stücke werden mittels der Zweispitze, Fig. 198,


Fig. 197. Fig. 198.

abgespalten. Die wirksamen Spitzen derselben sind ebenso gestaltet, wie diejenige der Schlagspitze, die Entfernung von Spitze zu Spitze beträgt 35 bis 45 *cm*. Sie wird mit beiden Händen erfasst und bewegt. An sich kommt der Stoss dadurch, dass die Spitze mit dem Hammer verbunden ist, besser zur Geltung, als bei dem geschlagenen Werkzeug (I, 554); allein die frei geschwungene Spitze kann nicht so sicher den richtigen Ort unter dem richtigen Winkel treffen, wie die vorher aufgesetzte, weshalb die Gefahr einer unrichtigen Spaltung bei dem Gebrauch der Zweispitze näher liegt, als bei Benutzung der Schlagspitze. Das ist der Grund, warum man mit letzterer grössere Stücke ablöst, als mit ersterer.

Will man den Druck auf eine grössere Spaltlänge verteilen, also noch weniger dicke Späne abheben, so wird das Werkzeug keilförmig gemacht. Es gehört hierher eine Abart der Fläche oder des Schellhammers (S. 798), welcher mit kleinerem Zuschärfungswinkel versehen wird, etwa wie Fig. 199 erkennen lässt, und die Picke (I, 335), bei welcher die wirkende Kante quer gegen den Helm liegt (Fig. 200).

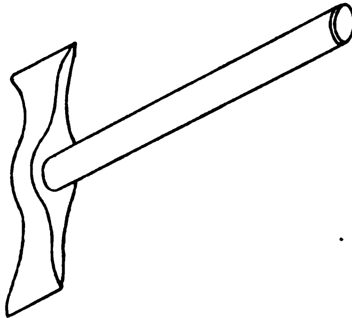


Fig. 199.

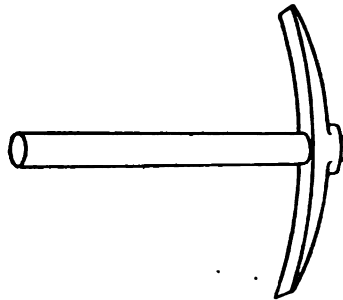


Fig. 200.

Die Picke hat einen ziemlich kurzen Helm (30 bis 45 *cm*) und wird von dem Arbeiter so gehalten, dass der Helm auf die Mitte seines Körpers gerichtet ist. Sie wird nur in kleinem Bogen geführt und ermöglicht daher bei entsprechender Übung genaues Arbeiten. Man benutzt sie hauptsächlich zur Bearbeitung sehr harter Steine, insbesondere zur Ausbildung der Furchen auf Mühlsteinen.

Der genauen Bearbeitung dienen regelmässig keilförmig gestaltete, geschlagene Werkzeuge, welche allgemein Schlageisen genannt werden.

Insbesondere nennt man Schlageisen ein solches mit 2,5 bis 5 *cm* langer Kante, Fig. 201, Beitzeisen oder Locheisen ein solches mit 1,5 bis 2 *cm* langer Kante, Scharriereisen oder Breiteisen, Fig. 202, ein solches mit 6 bis 9 *cm* langer

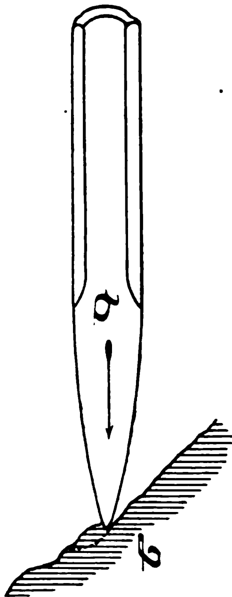


Fig. 201.

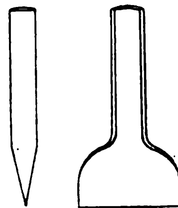


Fig. 202.

Kante. Übrigens kommen viel schmalere Eisen (bis herab zu wenigen *mm* Breite) und Eisen mit verschiedenartig gebogener Kante zur Verwendung, soweit die Gestalt der zu erzeugenden Fläche solches verlangt. Bemerkenswert sind noch die gezahnten Eisen, das sind Schlageisen, welche nach Fig. 203 mit Einschnitten versehen sind, sodass zwischen zwei so gebildeten Zähnen die wirksame Kante fehlt. Man will durch diese Zahnung verhüten, dasss grössere Spaltflächen sich bilden, die vielleicht tiefer eindringen als beabsichtigt ist.



Fig. 203.

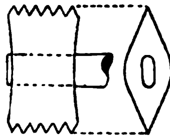


Fig. 204.

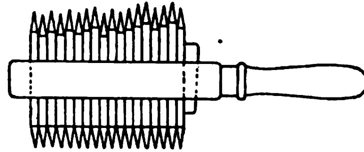


Fig. 205.

Mit diesen gezahnten Eisen unmittelbar verwandt sind der Zahnhammer, Fig. 204, und das Kröneleisen oder Einsatzkrönel, Fig. 205. Ersteres besteht aus einem Schellhammer, dessen Kanten in einzelne Spitzen aufgelöst sind, bei letzteren gehören je zwei Spitzen einem Stahlstäbchen an; eine Zahl solcher Stäbchen ist in einem langen, mit Handgriff versehenen Bügel festgeklemmt.

Die angezogenen Werkzeuge sollen in gleicher Weise, wie das Schlageisen (Fig. 201) zum Absprengen mehr oder weniger grosser Steinstücke dienen. Um solches in erwünschter Weise sicher zu erreichen, werden sie unter spitzem Winkel zu der betreffenden Fläche angewendet. Die Werkzeuge mit ununterbrochener Kante erzeugen eine wellige Fläche, deren Aussehen an geradlinige Schattierung erinnert, die gezahnten Kanten dagegen gekörnte, mehr gleichartig aussehende Flächen.

Sehr harte Gesteine bedingen einen so grossen Zuschärfungswinkel für die Schneidkanten der Werkzeuge, dass die angegebene spitzwinklige Lage derselben gegenüber der zu bearbeitenden Fläche unbequem wird. Man entschliesst sich dann wohl dazu, das Werkzeug etwa winkelrecht auf die Arbeitsfläche wirken zu lassen und einen Streifen nach dem anderen von der wegzunehmenden Schicht abzulösen, wie Fig. 206 erläutert (Verwendungsweise der Picke, ausnahmsweise auch des Schellhammers und Verwendung des Schlageisens als Bohrwerkzeug, s. w. u.) oder nur die unmittelbar vom Werkzeug getroffenen Gesteinsteile zu zertrümmern (Wirkungsweise des Kraushammers).

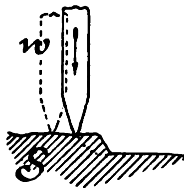


Fig. 206.

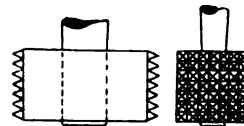


Fig. 207.

Einen Hammer, dessen beide im wesentlichen ebene Bahnen mit zahlreichen pyramidenförmigen Erhöhungen versehen sind, nennt man Kraushammer oder auch Stockhammer. Fig. 207 ist ein Schaubild desselben; die Pyramiden sind gebildet, indem man Furchen stumpf keilförmigen Querschnittes sich rechtwinklig kreuzend in die Bahnen gegraben hat (mittels Einhobelns, Einfeilens oder Eintreibens eines Meissels). Die Flächen der Pyramiden schliessen einen Spitzenwinkel von etwa 90° ein.

Die angegebene Treffrichtung der Werkzeuge gegenüber der zu bearbeitenden Fläche macht die senkrechte Lage derselben im allgemeinen unbequem. Es ist daher gebräuchlich, die zu bearbeitenden Flächen der Hausteine etwa wagerecht zu legen; nur selten kommen Ausnahmen vor. Daraus folgt ohne weiteres, dass die von der Durchdringungslinie der ebenen Fläche mit der unregelmässigen Aussenfläche des rohen Blockes ausgehende erste Bearbeitungsweise des Holzes (I, 662) hier nicht angebracht ist.

Man erzeugt daher die erste ebene Fläche auf folgendem Wege. Mittels des Schlageisens werden an zwei einander gegenüberliegenden Kanten der in Rede stehenden Fläche schmale Streifen, sogenannte Schläge, genau bearbeitet, indem man mittels Lineals die Geradheit derselben prüft und bis zur Erreichung der erforderlichen Geradheit die Schläge berichtigt. Hierauf legt man auf die Schläge Richtscheite *a* und *b*, Fig. 208, welche auf ihre ganze Länge gleiche Breite haben, und prüft

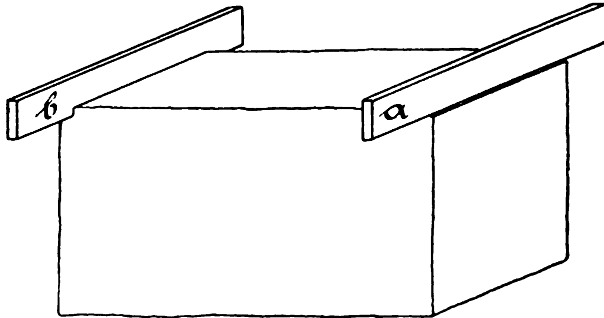


Fig. 208

durch Absehen über die oberen Flächen der Richtscheite, ob diese, also auch ob die Schläge in einer gemeinsamen Ebene liegen oder nicht. Liegen die Schläge windschief zu einander, so hilft man an einem oder dem andern derselben oder an beiden so lange nach, bis die oberen Flächen der Richtscheite *a* und *b* als in gemeinsamer Ebene liegend erkannt werden. Man stellt alsdann, gestützt auf die genaue Lage der genannten Schläge, auch solche längs der beiden anderen Kanten der zu bearbeitenden Fläche her, zuweilen auch solche quer über die Fläche hinweg, immer ein Richtscheit benutzend, um zu prüfen, ob bezw. wo noch etwas von dem Stein hinwegzunehmen ist. So gewinnt man zunächst einen Rahmen für die richtige Gestalt der ersten Fläche, dessen Inhalt schliesslich bis zur Höhe der Schläge hinweggenommen wird.

Es ist schwer, ja in einigen Fällen sogar unmöglich, ohne weiteres zu erkennen, ob das Richtscheit in erforderlichem Grade mit der geprüften Fläche Fühlung hat oder nicht. Man bedient sich daher des Kunstgriffes, die fühlende Fläche des Richtscheits mit Farbe (z. B. Rötel) zu bestreichen und leicht über der zu prüfenden Fläche zu verschieben, wobei die getroffenen Stellen des Steines gefärbt werden (I, 676).

Von der ersten Ebene aus — die zuweilen vorläufig in dem durch die Schläge nur vorgezeichneten Zustande bleibt — geht man nun zur Gestaltung der sonstigen Flächen über, indem man Schmiegen und Winkel (I, 56), Zirkel (I, 12), Taster (I, 30), Stichmasse, Lehren u. s. w. und eine Ecke des Schlageisens als Reissnadel zum Vorzeichnen, bezw. Prüfen der Flächen benutzt.

Man hat zur Erzeugung genauer Flächen an Hausteinen Maschinen in Vorschlag gebracht und benutzt dieselben. Die jüngsten derselben sollen den Schlägel ersetzen, behalten also die gewöhnlichen Eisen (wohl nur Schlageisen, allenfalls die Kraushammerfläche) als eigentliche Werkzeuge bei. Es sind das kleine, dampfhammerartige, aber durch hochgespannte Luft betriebene Kolbenmaschinen, deren Hammer das Werkzeug vortreibt, während eine Feder dasselbe wieder zurückschnellen lässt (Mc. Coy)[1]). Ob das zweite der Maschinchen (Laun) mit dieser Wirkungsweise vollständig übereinstimmt, vermag ich nicht anzugeben, da ich eine deutliche Zeichnung desselben noch nicht gesehen habe.

Die in Rede stehenden Maschinchen sind daher den Gesteinsbohrmaschinen mit Pressluftbetrieb nahe verwandt.

Der durch die gepresste Luft betriebene Kolben soll minutlich 8000 bis 15 000 Spiele machen; es ist sonach nicht leicht möglich, die Spiele zu zählen; dem Gehör werden sie nur durch ein schwirrendes Geräusch merkbar. Aber selbst, wenn die Zahl der Spiele in Wirklichkeit erheblich geringer wäre, würde die Überlegenheit eines mittels derartiger Maschine betriebenen Werkzeugs gegenüber dem mittels Schlägels beeinflussten hinsichtlich der Leistungsfähigkeit zugestanden werden müssen. Der Arbeiter führt einen solchen Luftdruckmeissel, wie das Maschinchen genannt worden ist, mit der Hand gegen den Stein, ohne einen unregelmässigen Druck ausüben zu müssen, da die Stösse durch die Masse des Maschinchens aufgenommen werden (vergl. I, 555); die Heftigkeit der Stösse ist geringer als bei gewöhnlicher Handarbeit, sodass die Gefahr eines unbeabsichtigten Absplitterns des Gesteines entsprechend geringer auftritt. Wie sich der Luftdruckmeissel im übrigen bewährt, muss die Erfahrung lehren.

Man hat zur Gestaltung der Steine Maschinen vorgeschlagen, welche nach Art der Metallhobelmaschinen wirken sollen.[2]) Allein diese Wirkungsart widerspricht der Eigenart der Steine: wegen ihrer Sprödigkeit lösen sich die einzelnen Stücke in muschligen oder schiefrigen Bruchflächen ab, sodass durch die vorspringenden Kanten der gebildeten Fläche der fortschreitende Stichel sehr stark abgenutzt wird (I, 336), wegen der Härte weicht aber die entstehende Fläche dem Stichel nicht in dem Masse aus, wie die Abrundung der Schneide solches verlangt (I, 380). Es kann daher von der Anwendung dieses Arbeitsverfahrens nur bei

---

[1]) D. p. J. 1890, **275**, 268 m. Abb.
Sitzungsberichte des Gewerbfleissver. 1890, S. 25 m. Abb.

[2]) Berni & Merian, Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1839, S. 463.
Verschiedene Masch. Schwartze, Steinbearbeitungsm., S. 79.
Coulter & Harpin, Iron, Nov. 1883, S. 438 m. Abb.
Richard, D. R. P. No. 9281.
Lippold & Knöschke, D. R. P. No. 12 332.
D. p. J. 1835, **57**, 278, **58**, 261; 1836, **59**, 28 m. Abb.; 1846, **100**, 254 m. Abb.; 1878, **230**, 304 m. Abb.

weichen Gesteinen oder bei härteren Gesteinen in besonderen Fällen (beim Abdrehen, s. w. u.) die Rede sein.

Eine andere Reihe von Maschinen benutzt ein fräskopfartiges Werkzeug.[1]) Giebt man dem Fräskopf eine solche Drehrichtung, dass der wirkende Zahn zunächst die Wurzel des abzuhebenden Spans trifft (wie die Kante des Schlageisens, Fig. 201, S. 806) und einen kleinen Halbmesser, so gelingt das Absprengen des Spanes gut und der Zahn trifft erst dann wieder auf den Stein, wenn er aufs neue wirken kann. Der Grundgedanke dieses Verfahrens ist daher der Natur der Steine angemessen.

Fig. 209 stellt einen solchen Fräskopf im Schnitt dar, welcher mit Diamanten als Werkzeuge ausgerüstet ist. Einer dieser Diamanten ist in der Figur mit *z* bezeichnet. Er ist in ein Zängelchen *b* geklemmt (I, 565), dessen Maul durch Anziehen der mit ihm verbundenen Schraube geschlossen wird. Die Hülse *c* des Zängelchens ist auswendig mit Schraubengewinde versehen, vermöge wessen sie in der Welle *a* befestigt wird; die Gegenmutter *d* verhütet willkürliche Lockerung. Der Zahn *z* dreht sich beispielsweise in einem Bogen von 3 *cm* Halbmesser minutlich 3500 mal, während er mit seiner Welle *a* über die Fläche des Steines *S* langsam fortbewegt wird (bezw. der Stein sich unter der Welle verschiebt). Der Zahn übt also minutlich 3500 Stösse aus und arbeitet mit etwa 11 *m* sekundl. Umfangsgeschwindigkeit. Derartige Diamantfräsköpfe eignen sich wegen der Kleinheit der eigentlichen Werkzeuge nur zum Abheben dünner Schichten, also zum Erzeugen genauer Flächen; es ist anzunehmen, dass grössere Werkzeuge aus Stahl oder Hartguss, in ähnlicher Weise verwendet, für gröbere Arbeiten brauchbar sind.

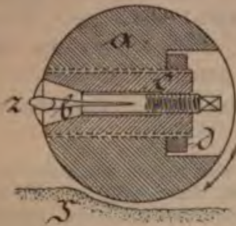


Fig. 209.

Hieran reihen sich diejenigen Maschinen, welche meissel- oder pickenartige Werkzeuge so gegen den Stein schwingen, wie es bei gewöhnlicher Handarbeit stattfindet. Die bisher bekannt gewordenen Verwertungen dieses Gedankens[2]) leiden an dem Übelstande, dass die Bewegungen der Werkzeuge durch Daumen oder Kurbeln stattfinden, wodurch eine grosse Geschwindigkeit unmöglich wird, also die Maschinen mit zahlreichen Werkzeugen ausgestattet werden müssen, um sie angemessen leistungsfähig zu machen. Sowohl dieser Umstand, als die wohl unvermeidlichen heftigen Erschütterungen dürften die Einführung der in Rede stehenden Maschinen verhindert haben.

Enlich ist die Wilson & Talbot'sche Sprengscheibe (I, 336) anzuführen, welche anscheinend am meisten Aussicht hat auf allgemeinere Verwendung, soweit die Erzeugung grösserer ebener Flächen in Frage kommt.

---

[1]) Golay, Mühlsteinschärfm. Mitt. d. Gewerbver. f. Hannover 1869, S. 3 m. Abb.
Roger, Maschinen z. Bearb. d. Mühlsteinflächen, D. p. J. 1877, **226**, 567 m. Abb.
D. p. J. 1838, **68**, 94 m. Abb.; 1884, **252**, 272 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1825, **17**, 461; 1846, **99**, 27; 1880, **285**, 102, sämtl. m. Abb.
Engineering, Dez. 1868, S. 489 m. Abb.; Oct. 1879, S. 300 m. Abb.

Der kantige Rand einer Stahlscheibe rollt am Fusse der abzusprengenden Schicht unter entsprechendem Druck entlang; es wird somit das (S. 810) gekennzeichnete Gleiten und starke Abnutzen, welches die Verwendung ähnlicher Hobelstichel, wie sie die Metallbearbeitung benutzt, fast ausschliesst, in ziemlichem Grade umgangen.

Wenn man solche Sprengscheiben am Rande einer grösseren Scheibe lagert und mit dieser dreht, so wirken sie nacheinander auf das ihnen entgegengeführte Werkstück ähnlich, wie die Schneiden einer Schrupphobelmaschine (I, 436); es kann den Scheiben eine grosse Arbeitsgeschwindigkeit entsprechend verhältnismässig bedeutender Leistungsfähigkeit gegeben werden. Whitworth giebt an, dass in der 1858er Industrieausstellung zu Newyork die vorliegende Maschine eine 1,25 *m* breite, 2,5 *m* lange Steinfläche (welcher Art?) in 7 Minuten ebnete; in der 1878er Pariser Ausstellung zeigten Brunton & Trier die Maschine in wesentlich verbesserter Ausführung.[1] Ich sah dort eine etwa 0,6 *m* breite, 1,7 *m* lange Granitfläche in rund 3 Minuten ebnen, d. h. mit einem Schnitt überarbeiten. Zu dieser Zeit würde die für das Aufspannen und Abnehmen des Steines erforderliche Zeit hinzuzufügen sein.

Zu erwähnen ist noch, dass das Schleifen für die Gestaltung harter Gesteine sehr wirksam ist, und in manchen Fällen — wenn Maschinen zur Verwendung kommen — allen übrigen Bearbeitungsverfahren vorgezogen zu werden verdient. Es wird von dem Schleifen w. u. ausführlicher gesprochen werden.

Zum Erzeugen sogenannter Drehflächen, also Gestalten, welche die Drehbank liefert, verwendet man ebenfalls und zwar anscheinend mit Erfolg die Sprengscheibe. Es dreht sich das Werkstück wie bei jeder gewöhnlichen Drehbank um seine Achse, während die Sprengscheibe auf einem am Bett der Drehbank verschiebbaren Schlitten gelagert ist.

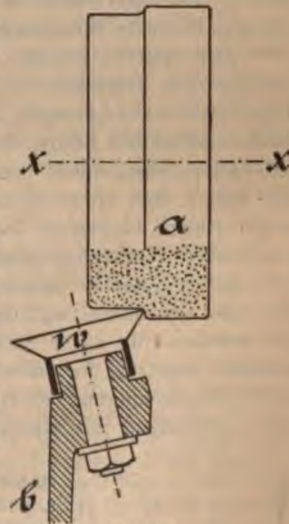


Fig. 210.

Eine häufig vorkommende Anwendung der Sprengscheibe ist diejenige zum Abdrehen der gewöhnlichen Schleifsteine.[2] In Fig. 210 bezeichnet *a* den Schleifstein, welcher um seine Achse *xx* gedreht wird, *w* die Sprengscheibe und *b* einen Teil des Schlittens, welchen man längs einer guten Führung gleichlaufend mit *xx* langsam von links nach rechts verschiebt. Für denselben Zweck kommt übrigens die Sprengscheibe auch in anderer Gestalt vor. Man kann nämlich Stückchen von der Oberfläche des Steines *S* (Fig. 206) auch dadurch absprengen, dass man ein meisselartiges Werkzeug *w* mit entsprechender Kraft in der Nähe des Randes der abzunehmenden Schicht winkelrecht gegen die Steinfläche stösst. Es wird von diesem Verfahren (s. w. u.) in manchen Fällen Gebrauch gemacht, obgleich man die Tiefe, bis zu welcher die einzelnen Stückchen abgesprengt werden, nicht so sicher zu regeln vermag, wie bei der schrägen Lage des Schlageisens (Fig. 197) und anderer Werkzeuge. Ersetzt man nun *w* (Fig. 206) durch eine Stahlscheibe mit keilförmigem Rande, welche sich um ihre zur Werkstückfläche gleichlaufende Achse frei zu drehen vermag, drückt sie entsprechend fest gegen den Stein und rollt sie über diesen

---

[1]) D. p. J. 1877, **225**, 133 m. Abb.; 1878, **230**, 5 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1883, **249**, 75 m. Schaubild.

hinweg, so wird ein Streifen vom Stein abgesprengt. Fig. 211 stellt ein auf diesem Vorgange beruhendes Handwerkzeug zum Abdrehen der Schleifsteine dar. *S* ist der Stein, *w* eine Rolle, welche mehrere Sprengscheiben vertritt, und *a* die mit Handhabe versehene Lagerung derselben, die man auf dem Rande des Schleifsteintroges verschiebt.

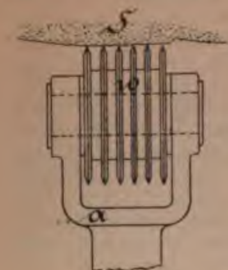


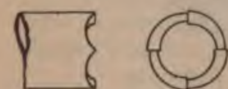
Fig. 211.

Man bedient sich auch fräserartig ausgebildeter Werkzeuge (S. 810) zum Erzeugen der Drehflächen; der durch Fig. 209 dargestellte Fräskopf wird z. B. auch im vorliegenden Sinne angewendet, und in gleicher Weise der Schleifwerkzeuge (s. w. u.).

Reicher gegliederte Drehflächen schliessen die Anwendung der Sprengscheibe sowohl, als auch der Fräsköpfe im allgemeinen aus: der Einzelstichel vermag dem Verlauf solcher Flächen frei zu folgen, sodass man seine starke Abnutzung sich gefallen lässt. Nicht allein Alabaster (Gips), sondern auch Serpentin, Sandstein, Marmor, Granit und andere derartige harte Gesteine werden mittels einfachen Stichels auf der Drehbank bearbeitet. Da der Stichel freihändig selbstverständlich unter Benutzung einer Vorlage (S. 324) geführt wird, so macht sich auch die starke Abnutzung weniger fühlbar, indem leicht die Lage gewechselt und auch das Werkzeug ausgetauscht werden kann.

Das Bohren der Gesteine mittels gewöhnlicher Löffelbohrer (I, 404) ist nur bei den weichsten derselben möglich. Den Schraubenbohrern für Metalle ähnliche Werkzeuge benutzt man wohl für mittelweiches Gestein.[1])

Für manche Zwecke ist ein Werkzeug als Bohrer gut verwendbar, welches der Trommel- oder Kronensäge (I, 417) ähnlich ist und wohl Kronenbohrer genannt wird. Es besteht aus einer eisernen, an einem Ende verstählten Röhre, deren stählerner Rand sägenzahnartig eingekerbt ist, und welches, indem man es gegen den Stein drückt, gedreht wird, wobei die Zähne eine röhrenförmige Höhlung ausbilden. Der in der Röhrenmitte stehen bleibende Zapfen bricht gelegentlich ab oder wird mittels geeigneter Werkzeuge abgebrochen. Für sehr weiche Steine (z. B. gewöhnliches Ziegelsteinmauerwerk) benutzt man nicht selten unverstählte, gemeine Gasröhren, auf deren Rand die Zähne mittels Meissels ausgebildet werden, für harte Steine wird der Rand des Kronenbohrers mit Diamanten besetzt, die halb nach aussen, halb nach innen gekehrt sind. Es ist vorgeschlagen [2]) statt derselben den Rand mit künstlichem Schmirgelstein (Schmirgel mit einem Bindemittel aus weichem Metall) auszurüsten.


Fig. 212.

Brandt's Gesteinsbohrmaschine[3]) benutzt einen stählernen Bohrer nach Fig. 212, welcher mittels Wasser angedrückt und mittels einer Druckwassermaschine (6 bis 10mal minutlich) umgedreht wird. Das für die Betriebsmaschine benutzte Wasser fliesst durch die Höhlung des Bohrers zu dessen Zähnen und spült den Bohrschmand nach aussen fort. Es wird angegeben, dass der Druck in der Achsenrichtung des Bohrers für jedes *mm* Kantenlänge 155 *kg* betrage.

---

[1]) D. p. J. 1879, **233**, 364 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1890, **275**, 483 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1877, **223**, 552, **225**, 608; 1878, **227**, 56 m. Abb.

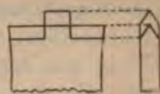
und angenommen, dass hierdurch auch das härteste Gestein bis auf eine mässige Tiefe seitens der Zähne zermalmt werde. In stark mit Quarz durchsetztem Dolomit konnte man 2 bis 3, je 1,3 *m* tiefe Bohrungen ausführen, bevor ein Nachschärfen der Zähne nötig wurde.

Für harte Gesteine kommt übrigens in erster Linie der Vorgang in Frage, welchen (Fig. 206, S. 807) versinnlicht: hier kommt der Fehler dieses Vorganges, da die Bruchfläche nur unsicher vorhergesehen werden kann, nicht in Frage; es ist aber nötig, das Werkzeug senkrecht auf die Bearbeitungsfläche zu richten, um für dasselbe auch dann Raum zu haben, wenn das Loch einige Tiefe erhalten hat. Man setzt den schlageisenartig gestalteten Meissel in der Richtung des Halbmessers des zu erzeugenden Loches, Fig. 213, auf und rückt ihn nach jedem Schlag im Bogen weiter, sodass zunächst eine kreisförmig verlaufende seichte Furche *f* entsteht, deren äusserer Durchmesser der verlangten Lochweite entspricht. Es wird die Furche auf gleiche Art schrittweise vertieft und schliesslich der stehen gebliebene Zapfen *a* abgebrochen. Soll das Loch den Stein völlig durchdringen, so wird es von jeder Seite bis etwa zur Mitte der Tiefe eingearbeitet, worauf der Zapfen von selbst herausfällt. Um die Arbeit zu fördern, kann man mehrere Meissel mit einander vereinigen und gleichzeitig eintreiben, z. B. den Rand einer eisernen Röhre mit meisselförmigen stählernen Zähnen versehen. Ähnlich sind die Werkzeuge mancher Bohrmaschinen für steinerne Röhren [1]) und zwar zum Erweitern der Bohrung. Für kleinere Löcher verwendet man Meissel, deren Kantenlänge der Lochweite gleicht und die nach jedem Schlage ein wenig um ihre Achse gedreht werden, und zwar so, dass die Mitte der Kante in der Mitte des herzustellenden Loches bleibt, wie Fig. 214 darstellt. Es wird solches wohl dadurch erleichtert, dass man in der Kantenmitte des Meissels (der hier Bohrer genannt wird) nach Fig. 215 einen schmalen Bohrer hervorragen lässt, welcher eine gewisse Führung gewährt.



Fig. 213.


Fig. 214.


Fig. 215.

Bei dem Bohren kleiner Löcher (bis etwa 2,5 *cm* Weite) führt der Arbeiter mit der linken Hand den Bohrer, während die rechte Hand den Schlägel schwingt; grössere Löcher erfordern mehrere Arbeiter, von denen einer nur die Führung des Bohrers zu besorgen hat. Es sind für viele Zwecke Gesteinsbohrmaschinen hergestellt, welche unter Benutzung des gewöhnlichen meisselförmigen Bohrers rascher und sicherer als die menschliche Hand zu arbeiten vermögen.[2]) Insbesondere ist der Betrieb derselben mittels Druckluft beliebt, teils, weil sich diese verhältnismässig leicht an den Ort der Maschine leiten lässt, teils, weil sie ihrer Elasticität wegen eine grosse Schlagzahl des mit dem

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1850, Bd. 16, S. 330 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1872, **206**, 172; 1875, **215**, 204, 205, **217**, 177, **218**, 400; 1876, **219**, 33; 1878, **227**, 453, 455; 1881, **239**, 182, sämtl. m. Abb.

Z. d. V. d. I. 1867, S. 703; 1871, S. 677; 1874, S. 715; 1876, S. 215, S. 385, sämtl. m. Abb.

Kolben der Maschine verbundenen Bohrers gestattet, teils endlich, weil in manchen Fällen die verbrauchte Luft an der Arbeitsstelle einen wirksamen Luftwechsel herbeiführt.

Der Rand eines Röhrenendes, ebenso verwendet wie der Rand des Blattes einer Steinschneidemaschine (S. 801), ist in recht guter Weise geeignet, in hartem Gestein eine röhrenartige Vertiefung auszubilden, ebenso wie der Kronenbohrer (S. 812), jedoch mit dem Vorteil, dass die Weite dieser Vertiefung im allgemeinen geringer ausfällt, als bei dem Kronenbohrer, auch der stehen bleibende Zapfen leichter — für andere Verwendung — erhalten werden kann. Man verwendet für gewöhnlich als Schleifmittel: Quarzsand, abgeschreckte Eisenkörner (S. 801) und ausnahmsweise Schmirgelpulver oder auch Diamantpulver.

Manche Gesteine sind in „bruchfeuchtem" Zustande erheblich weicher als später (S. 793); diese werden, soweit möglich, bald nach dem Brechen verarbeitet. Andere Gesteine erfahren durch Wasser eine gewisse Erweichung. Man netzt sie daher vor und während der Bearbeitung und erreicht dadurch nebensächlich den Vorteil, den für die Lungen so gefährlichen Steinstaub zu mindern oder ganz zu unterdrücken. Wird trocken gearbeitet, so ist — bei Maschinen — für eine gute Staubabführung zu sorgen, zumal dem Staub die feinen, zackigen Metallteile, welche der Werkzeugabnutzung entstammen, beigemischt sind. Sofern die reichliche Anfeuchtung nicht schadet, benutzt man mit Vorteil dieselbe lediglich, um den Staub zu verhüten.

Bei manchen der vorhin beschriebenen Arbeitsweisen (Schneiden und Bohren der Gesteine) ist aber eine reichliche Wasserzufuhr notwendig, um die Trümmer des Gesteines wie die von den Werkzeugen abgenutzten Teile wirksam fortzuspülen, sodass den Werkzeugen freier Raum für weitere Thätigkeit geboten wird. Namentlich ist solches der Fall bei den leistungsfähigen Bohrmaschinen. Man sucht einen regelmässigen Wasserdurchfluss zu erreichen, was die an sich hohlen Bohrwerkzeuge (Kronenbohrer, schleifend wirkende Röhrenenden) erleichtern, indem man z. B. in das Innere der Röhren Wasser eindrückt, welches an der Aussenfläche mit dem Bohrschmand beladen abfliesst.

Bei einem Gefüge, in welchem Stücke härterer Gesteinsarten durch ein weicheres Bindemittel verkittet sind (S. 793) oder bei kristallinischem Gefüge, dessen Teilchen in verschiedenen Richtungen verschieden leicht abspalten, liegt die Gefahr des Ausbröckelns kleinerer Stücke oder Splitter vor. Karmarsch führt einen Kunstgriff an[1]), durch welchen dieser Übelstand gemildert werden kann. Er besteht in einer vorübergehenden Tränkung des Gesteins, durch welche sein Gefüge gefestigt wird.

Es heisst in der Quelle: Die Bearbeitung des Flussspats auf der Drehbank wird sehr vollkommen in England (Derbyshire) ausgeübt und unterliegt bedeutenden Schwierigkeiten. Da nämlich die Masse des Gesteins aus zusammengehäuften Kristallen besteht (weshalb sie wie durch und durch gesprungen aussieht) und von diesen Kristallen wegen ihres vierfachen Blätterdurchgangs

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1850, Bd. 16, S. 319.

äusserst gerne Teilchen abspalten, so ist es nicht leicht, eine glatte Oberfläche zu erlangen und oft erfolgen sogar Brüche. Selbst unter den besten Flussspat-Drechslern sind daher wenige imstande, sehr dünnwandige hohle Gegenstände (Vasen, Becher, Schalen u. s. w.) zu verfertigen, was nur mittels des folgenden Kunstgriffes bei der grössten Behutsamkeit gelingt. Mittels Spitzeisen und eines hölzernen Schlägels wird der Stein durch Behauen aus dem Groben vorgerichtet; dann erhitzt man ihn und reibt ihn mit gelbem Harz, welches darauf schmilzt, etwa ein Achtelzoll (3 *mm*) tief eindringt und die Kristalle zusammenkittet. Sodann wird er aus dem Groben abgedreht und ein wenig ausgehöhlt, wieder erhitzt, mit Harz eingerieben und weiter ausgedreht. Mit schrittweiser Wiederholung dieser Operation fährt man bis zur Vollendung fort. Sobald die Wandstärke des Gefässes sich ziemlich verringert, befördert man die Haltbarkeit desselben durch äusserliches Umwinden mit dünnem Drahte. Schliesslich wenn das Stück so dünn geworden ist, dass es beim Durchsehen die Farbe klar und schön zu erkennen giebt, versieht man es zum letztenmal mit Wachs und poliert es in derselben Weise wie Marmor. Der Flussspat nimmt jedoch, seiner grösseren Härte wegen, nicht so schnell und leicht als Marmor den Glanz an, und immer bleibt etwas Harz in den äusserst feinen Sprüngen der Oberflächen zurück, wo man es zum Teil an der mehr oder weniger tief eindringenden braungelben Färbung erkennen kann.

c. Vollendung der Steinflächen.

Wenn man von dem selten vorkommenden künstlichen Färben der Steine absieht, so bestehen die Vollendungsarbeiten ausschliesslich im Schleifen. Man erzeugt mittels des Schleifens entweder nur eine mässig glatte oder eine glänzende Fläche und unterscheidet demnach unter dem Grobschleifen und dem Fein- oder Glanzschleifen.

α. Das Grobschleifen. Es dient häufig auch der Gestaltung, indem durch das Schleifen grössere Mengen vom Werkstück abgenommen werden, wie w. o. bereits angedeutet wurde. Es ist daher die Aufgabe des Schleifens, hier genau dieselbe, wie dann, wenn es sich nur darum handelt, eine Spalt-, Schnitt- oder sonstige Fläche, welche die gewünschte Gestalt im wesentlichen schon besitzt, durch Schleifen zu glätten, weshalb beide Bearbeitungen gemeinsam behandelt werden sollen.

Zum Grobschleifen dienen aus Sandstein hergestellte Schleifsteine, auch wohl granitene und andere Steine. Man richtet die Flächen derselben, welche zum Schleifen dienen sollen, so zu, dass sie sich der Gestalt der zu schleifenden Flächen möglichst anschmiegen, und führt sie freihändig unter entsprechendem Druck an dem Stein hin und her oder benutzt sie als Drehsteine, gegen welche man die schleifenden Gegenstände drückt.

Die von der Natur fertig gebotenen Schleifsteinarten sind jedoch oft für den vorliegenden Zweck wenig geeignet, indem es ihnen teils an Härte, teils an Schärfe des Kornes, vor allem aber an Gleichartigkeit fehlt. Man verwendet deshalb aus Schmirgelpulver zusammengesetzte Steine bezw. Scheiben oder unverbundene Gesteinstrümmer, meistens Quarz oder Schmirgel.

Eine Schmirgelscheibe, deren Rand in ein Gesims passt, ist zum Erzeugen solcher Gesimse geeignet. Man lagert z. B. die Achse der Schmirgelscheibe wagerecht und führt den zu bearbeitenden Stein wagerecht und winkelrecht zur Schmirgelscheibenachse unter der Scheibe ein oder mehrere Male hindurch.[1]) Oder man verwendet eine kegelförmige Scheibe, deren Spitzenwinkel nur wenig

[1]) D. p. J. 1879, **234**, 426.

kleiner ist als 180° (wie bei Quer-Schlichthobelmaschinen für Holz, I, 436), mit anderen Worten: man setzt in eine gusseiserne Scheibe aus zusammengekittetem Schmirgelpulver bestehende Platten, welche die in Rede stehende Kegelfläche bilden, und führt den zu ebnenden Stein so an der kreisenden Scheibe entlang, dass die entstehende Ebene die Kegelfläche tangiert.[1]) Unter Umständen kann die Schleifsteinscheibe auch eben sein.[2])

Sind die Abmessungen des zu bearbeitenden Steines nicht sehr gross, so ist das Zusammensetzen der Scheibe aus einzelnen Schmirgelsteinstücken natürlich nicht nötig. Die Arbeitsgeschwindigkeit beträgt etwa 14 bis 20 *m* sekundlich, die Schaltgeschwindigkeit richtet sich nach der Härte des Werkstückes und der Dicke der in einem Durchgang abzuhebenden Schicht.

Viel häufiger ist zur Erzeugung ebener Flächen die Verwendung gröberer Schleifpulver, insbesondere des scharfen Quarzsandes, weniger des Schmirgels.

Dabei wird entweder die schleifende Fläche (die das Schleifpulver bewegt) in festen Bahnen bewegt, z. B. um eine zu ihr winkelrechte Achse gedreht oder geradlinig hin- und hergeschoben, während die zu bearbeitende Fläche an ihr entlang geführt, bezw. ihr genähert wird, oder es drückt das eine auf das andere, sodass die Führung unter Beihilfe der in Umgestaltung begriffenen Fläche stattfindet.

Im ersteren Falle wird die schleifende Fläche aus recht weichem Stoff hergestellt, damit sie sich möglichst wenig abnutzt (S. 801), also ihre Gestalt möglichst lange angenähert unverändert beibehält. Zuweilen benutzt man weiches Holz, häufiger Blei, Mischungen von Blei und Zinn, Kupfer, Messing und auch weiches Eisen. Im übrigen sind die Einrichtungen den Holzhobelmaschinen und Metallfräsmaschinen verwandt, mit der Abweichung, dass der Abführung des Schleifschmands und der Fernhaltung desselben von den Maschinenteilen möglichst Rechnung getragen wird.

Im anderen Falle zieht man die weichere Schleiffläche nur vor, um an Kosten für ihre Erneuerung zu sparen. Es sind also Massregeln zu treffen, vermöge welcher, trotz Mangels einer vollständigeren gegensätzlichen Führung von Werkzeug und Werkstück, die verlangte Gestalt des letzteren gewonnen wird. Das ist namentlich von Bedeutung, wenn es sich um ebene Flächen handelt, weil etwaige Abweichungen von der ebenen Gestalt verhältnismässig leicht erkannt werden.

Man erreicht durch Schleifen eine Ebene bekanntlich am vollkommensten, wenn die wagerechte schleifende und die Werkzeug-Fläche um senkrechte Achsen kreisen, welche nicht zusammenfallen (vergl. I, 678). Obgleich dieses Verfahren bei dem Schleifen des Glases allgemein üblich ist (s. w. u.), so findet man es doch nicht bei dem Schleifen der Steine.

Platten aus Sandstein, Marmor, Gips, welche zum Belegen der Flure dienen sollen, ebnet man durch Schleifen in einfacherer Weise durch folgenden Kunstgriff: Es wird eine Zahl solcher durch Spalten oder Schneiden gewonnener und an den Rändern grob behauener Platten zu einem Kreise zusammengelegt und befestigt. Dem Kreise wird zuweilen ein

---

[1]) D. p. J. 1880, **236**, 295 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1890, **275**, 485.

Durchmesser bis zu 8 *m* gegeben, die Befestigung wird durch Klemmvorrichtungen oder dadurch bewirkt, dass man die Platten in Sand bettet. Über diesem Kreise dreht sich ein liegendes Rad, dessen zahlreiche Arme so eingerichtet sind, dass jeder derselben eine auf den ersten Kranz gelegte Platte im Kreise mit sich zu nehmen vermag. Es wird scharfer Sand und Wasser auf die Platten gegeben, sodass beides zwischen die aufeinander gleitenden Platten gelangt, um sowohl die unten als auch die oben liegenden Platten zu schleifen und den Schleifschmand abzuleiten. Da nun bei dem kreisenden Vorwärtsschreiten jede der oben liegenden Platten mit jeder der ruhenden in Berührung tritt, so wird eine Ausgleichung der Flächen in hohem Grade herbeigeführt; um diese noch mehr zu sichern, werden die oberen Platten nach einiger Zeit um 90° gedreht, sodass ihre neue Bewegungsrichtung winkelrecht zur ersten liegt, solches Wechseln auch wohl mehrfach vorgenommen.

Wie leicht zu übersehen, ist die Zahl der oberen Platten erheblich kleiner als diejenige der unten liegenden, weil letztere möglichst einen geschlossenen Kranz bilden sollen. Es werden daher erstere langsamer geschliffen als letztere, die oben liegenden häufiger durch frische Platten ersetzt als die unten liegenden. Es kommt auch vor, dass — um von vornherein eine möglichst ebene Schleiffläche zu bilden — die zur Bildung des tragenden Ringes dienenden Platten vorher einige Zeit oben liegend bearbeitet werden.

Da die aufeinander liegenden in der Ebnung bereits ziemlich fortgeschrittenen Platten vermöge des Schleifschmandes ziemlich fest aufeinander haften, sobald die Maschine zum Stillstand kommt, also die Wiederinbetriebsetzung derselben sehr erschwert wird, so sucht man das Umlegen der oberen Platten ohne Betriebsunterbrechung vorzunehmen. Die Arbeitsgeschwindigkeit beträgt gegen 1,0 *m* sekundlich.

In der Plattenschleiferei zu Forst bei Holzminden[1]) werden zwei Schleifmaschinen, deren liegendes die oberen Platten fortschiebendes Rad 7 *m* Durchmesser hat, und welche minutlich 5,6 Umdrehungen machen und gleichzeitig zwei Plattenkränze (einen von etwa 6,5 *m* äusserem Durchmesser und einen kleineren) bearbeiten, durch ein gemeinschaftliches Wasserrad betrieben, welches etwa 15,4 Pferdekräfte entwickelt. Jeder der oben liegenden Plattenkränze enthält 20 Platten, sodass gleichzeitig $20 . 4 = 80$ Platten in Bewegung sind. Der Sand wird mittels einer Schaufel verteilt, das Wasser mittels Tropfröhren.

Drehkörper (Säulen u. dgl.) gestaltet man möglichst genau entweder durch Handarbeit oder auf der Drehbank (S. 812), sodass auch dem Grobschleifen nur die Aufgabe zufällt, die Ungleichheiten möglichst zu beseitigen.

Man führt zu diesem Ende wohl die Schleifwerkzeuge freihändig über die Werkstücke oder giebt letzteren eine stetige Drehung, um erstere — mit der Hand oder durch Gewichtsstücke — nur anzudrücken.

Das Schleifen steinerner Säulen auf der Drehbank verläuft z. B. in folgender Weise[2]): Wenn die Vorbearbeitung mittels Handarbeit stattgefunden hat, so bringt man in den Endflächen zunächst die eisernen Körnerfutter an, mit Hilfe welcher die Säule zwischen den Drehbankspitzen gelagert werden soll. Diese Körnerfutter sind aussen vierkantig, werden in entsprechende Vertiefungen der Säulen-Endflächen gelegt und dort — nachdem sie genau ausgerichtet sind — mit einer leicht schmelzbaren Metalllegierung, z. B. Babbitts Metall (S. 54)

[1]) Zeitschr. f. Bauhandwerker, 1857/58, S. 183 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1878, **229**, 322.

vergossen. Es sind die Körnerfutter in der Mitte ganz durchbohrt und mit Muttergewinde versehen, sodass man sie durch gewaltsames Eindrehen eines Schraubbolzens demnächst aus den Vertiefungen der Säulenenden heben und aufs Neue verwenden kann. Eins der Körnerfutter, nämlich dasjenige, welches der Drehbankspindel zugekehrt ist, dient gleichzeitig als Mitnehmer, vielleicht in der Weise, dass die betreffende „Spitze" pyramidenförmig gestaltet ist und in eine Hohlpyramide des Körnerfutters greift. War die Vorbearbeitung auf der Drehbank ausgeführt, so ist selbstverständlich die Säule von vornherein mit Körnerfuttern versehen gewesen.

Man legt die Säule zwischen die Spitzen der Drehbank und die Schleifklötze auf erstere. Die Schleifklötze bestehen aus Gusseisen, sind ungefähr 8 *cm* breit und so ausgebogt, dass sie die Säule auf $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Umfanges berühren; ihr Gewicht beträgt (für das Schleifen des Granits) bei 1 *m* dicken Säulen etwa 50 *kg*, bei 0,5 *m* dicken Säulen etwa 25 *kg*. Sie liegen dicht nebeneinander auf der Säule und stützen sich gegen Ständer, welche hinter der Drehbank angebracht sind, wobei erwähnt werden muss, dass die Drehrichtung der Säule beim Schleifen derjenigen beim gewöhnlichen Abdrehen entgegengesetzt ist. Unter der Säule befindet sich ein Becken zum Auffangen des abfliessenden Schleifschmandes.

Während sich nun die Säule mit 1,17 bis 1,22 *m* Umfangsgeschwindigkeit in der Sekunde dreht, giebt der die Maschine bedienende Arbeiter zunächst Sand und Wasser auf, bis alle gröberen Erhabenheiten bezw. Vertiefungen der Säulenoberfläche verschwunden sind. Dabei werden die Schleifklötze von Zeit zu Zeit der Säule entlang verschoben, um möglichst ungleichmässiges Abschleifen zu verhüten.

Es wird nunmehr das Ganze gereinigt und sodann mit Schmirgel weiter geschliffen. Um nicht Schmirgel verschiedener Korngrössen nötig zu haben, verwendet man den auch beim Schleifen der Brillengläser benutzten Kunstgriff, dass die ganze erforderliche Schmirgelmenge auf einmal aufgetragen und das während der Arbeit abfliessende immer wieder den Schleifflächen zugeführt wird. Da auch die Schmirgelkörner eine Zerkleinerung erfahren, so erhält man auf diesem Wege ohne weiteres die der fortschreitenden Verfeinerung der Fläche entsprechende Verfeinerung des Schleifmittels. Man rechnet etwa 2,75 *kg* Schmirgel auf 1 *qm* zu schleifender Fläche.

Gips und Alabaster schleift man (nass) mit gepulvertem oder ganzem Bimsstein. Da letzterer aber die Farbe des (weissen) Alabasters beeinträchtigt, so schleift man diesen häufig (trocken) mit Glaspapier, zumal wenn nur geringe Unebenheiten von der Vorbearbeitung auszugleichen sind.

Für Thonschiefer wird nasser Bimsstein verwendet, für Serpentin nasser feiner Sandstein. Marmor schleift man zunächst mit Quarzsand (wenn grössere Ungleichheiten zu beseitigen sind), dann mit Bimsstein oder Schmirgel. Weisser Marmor verliert aber an Schönheit durch diese Schleifpulver, weshalb man für ihn wohl gestossenen Marmor verwendet. Sandstein wird mittels Sandsteins oder Quarzsandes geschliffen, Granit und Porphyr erfordern langwieriges Schleifen, zunächst mittels scharfen Quarzsandes, dann mittels Schmirgels.

Manche Gegenstände sind mit diesem Schleifen vollendet, welches — je nach der Natur des Steines und der Sorgfalt, welche beim Schleifen angewendet wurde — eine mässig rauhe bis matte Oberfläche erzeugt, manchen soll durch ferneres Schleifen Glanz gegeben werden; es folgt alsdann:

β. Das Glanzschleifen oder Polieren. Es dienen demselben zartere Schleifpulver (auf Gips und Alabaster: gelöschter Kalk mit Seifenwasser auf einem Läppchen, oder Milch, Seife und geschlemmte Kreide,

auf Serpentin: Tripel, auf Marmor Zinnasche, Kolkothar oder Knochenasche, wobei zu bemerken ist, dass die letztgenannten Pulver für weissen Marmor wegen ihrer färbenden Eigenschaften nicht zu verwenden sind, auf Granit und Porphyr: meistens Kolkothar mit Wasser), welche mittels weicher Flächen, z. B. Lappen, Leder, weiches Holz u. dgl. über die Werkstücke geführt werden.

γ. Das Färben der Steine findet nur in wenigen Fällen statt und ist dem Färben des Holzes (S. 720) verwandt. Man trägt die färbende Flüssigkeit nach dem Schleifen, aber vor dem Glanzschleifen auf.

Gips, Alabaster und Marmor färbt man im ganzen oder auf begrenzten Stellen mittels Metallsalzlösungen (z. B. gelb mittels Eisenvitriol, grün mittels Kupfervitriol) oder Pflanzenauszüge (Gummigutt, Kurkumawurzel, Drachenblut, Alkannawurzel, Brasilienholz u. s. w.) mit Weingeist oder ätherischen Ölen (Lavendelöl, Terpentinöl) bereitet; nach dem Auftragen der Farben erwärmt man den Stein, um das Eindringen derselben zu fördern.

Granit kann, wenn er viele grosse, weisse Feldspatteile enthält, durch Färben sehr verschönert werden, weil der Feldspat die Farben gut aufnimmt. Es sind brauchbar: Goldauflösung für Purpurrot, Grünspan in Ammoniak gelöst für Grün, chromsaures Kali für Gelb.

Sandstein kann man eine dauerhafte braungelbe Färbung dadurch geben, dass man ihn mit dünner, möglichst heisser Leimlösung tränkt und nach dem Trocknen mit Galläpfel- oder Eichenrinde-Abkochung behandelt.

Man würde auch alle Steine, welche ein genügendes Aufsaugevermögen für Flüssigkeiten besitzen, in gleicher Weise dauerhaft färben können, wie Gespinstfasern, bezw. Gespinste und Gewebe.

δ. Ätzen. Zum Zweck des Ätzens überzieht man die wagerecht liegende Steinfläche mit Ätzgrund (S. 376), der z. B. zusammengesetzt ist aus 2 Teilen reinem Wachs, 2 Teilen Mastixkörnern, 1 Teil Asphalt, warm aufgetragen und ringsum von einem aus Ätzgrund gebildeten Damm umgeben wird. In diesen Ätzgrund gräbt man die hervorzubringende Zeichnung bis auf die blanke Steinfläche und ätzt dann — wenn der Stein vorwiegend aus Quarz besteht — mit Flusssäure oder — bei Marmor, dichtem Kalkstein u. dgl. — mittels verdünnter Salpetersäure.

C. Dachschiefer.

Die Spaltbarkeit der Dachschiefer ist bei einigen derselben am grössten, solange die aus dem Bruch gewonnenen Stücke noch bruchfeucht, bei andern, wenn diese Stücke getrocknet sind.

Man vollzieht daher das Spalten des Dachschiefers je nach seiner Art möglichst bald nach dem Brechen oder später.

Zum Spalten dient das Spalteisen, Fig. 216, d. i. eine im Mittel etwa 6 *cm* breite, 20 *cm* lange, dünne und elastische Klinge mit Handgriff. Zum Spalten sehr grosser Platten werden grössere, für kleinere Platten kürzere Eisen verwendet.

Den aus dem Bruch gewonnenen Block richtet man so auf, dass die Spaltungsfläche nahezu senkrecht steht und treibt (mit eisernem oder hölzernem Hammer) in einiger Entfernung von der Endfläche das Spalteisen etwa 3 *cm*

tief ein, sucht sodann, den Stiel des Spalteisens ergreifend, durch Hin- und Herbewegen und Drücken in der Längenrichtung des Eisens die Trennung allmählich herbeizuführen. Weil dem Schiefer die hohe Zähigkeit fehlt, welche dem Holz in seiner Längenrichtung eigen ist, so darf das Werkzeug nicht allein an den oberen Kanten des Spaltes angreifen: es würde eins der Stücke brechen (vergl. I, 332). Das ist der Grund für die lange, schlanke Gestalt des Spalteisens. Bei geringerer Länge und Breite der Stücke genügt es, das Spalteisen von einer Seite einzutreiben, bei grösseren Abmessungen muss man in zwei zu einander winkelrechten Richtungen vorgehen.


Fig. 216.

Man spaltet zunächst den Block in etwa 2 bis 3 *cm* dicke Platten, um das Brechen derselben während des Spaltens möglichst zu verhüten, zerlegt darauf diese Platten in dünnere und diese abermals, sodass die schliesslich erzielten Platten nur 3 bis 7 *mm* Dicke haben.

Das schliesst natürlich nicht aus, für besondere Zwecke (Tischplatten, Wandbekleidungen u. dgl.) die Platten dicker zu lassen. Es sei bemerkt, dass solche dickere Platten meistens durch Schleifen (S. 815) geglättet werden.

Die gewonnenen Platten fallen nach Länge und Breite sehr unregelmässig aus. Die dicken derselben werden mittels Sägen (S. 800) beschnitten, die dünnen, zur Dachdeckung bestimmten lassen sich mittels des Abscherens behandeln, wenngleich der Arbeitsvorgang ein etwas anderer ist, als bei den bildsamen Stoffen (I, 359). Es wird die Schieferplatte auf die Kante eines Scherblattes gelegt und dann ein zweites Scherblatt an der entgegengesetzten Seite zur Wirkung gebracht, jedoch nicht durch ruhigen Druck, sondern durch Schlag, sodass nur die unmittelbar getroffenen Teile Zeit zum Nachgeben finden. Ruhiger Druck würde eine weitgehende Zersplitterung herbeiführen.

Das untere Scherblatt (**Haueisen**) besteht in einer mässig gebogenen verstählten Schiene *a*, Fig. 217, welche entweder, wie die Figur andeutet, mit

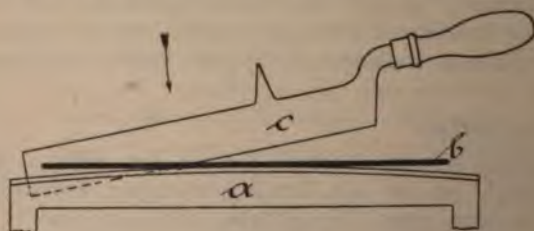


Fig. 217.

zwei Schenkeln auf der Werkbank befestigt ist oder nur durch eine von der Mitte ausgehende pyramidenartige Spitze. Man legt die Schieferplatte *b* auf das Haueisen *a* und haut dann mit der etwa 35 *cm* langen **Schere** *c* hart an der Kante des Haueisens entlang so das nach rechts Überstehende ab, dass hart neben den getroffenen Stellen des Schiefers dieser von dem Haueisen gestützt wird. Die oben liegende Seite des Schiefers erhält hierdurch einen scharfkantigen Rand, unten findet jedoch eine Absplitterung statt, welche den Rand abschrägt.

Der Rücken der Schere *c*, Fig. 217, enthält eine hervorragende Spitze, mittels welcher die zum Aufnageln der Schieferplatten dienenden Löcher erzeugt werden.

In Dentschland findet das Behauen der Schieferplatten vielfach mittels des Deckhammers, Fig. 218, statt. Der mittlere Teil *s*, welcher 3 bis 4 *mm*

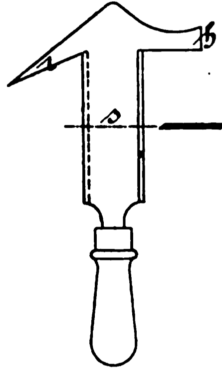


Fig. 218.

dick ist, enthält zwei zugeschärfte Ränder, weshalb beide als Schere zu dienen vermögen; der Kopf spitzt sich einerseits bei *i* zu, um die Spitze zu bilden, mittels welcher die Schiefer gelocht werden, anderseits verdickt er sich, sodass bei *h* eine Hammerbahn, der Nacken, entsteht, mittels dessen man die Nägel eintreibt.

II. Abschnitt.

Die Verfertigung der Glaswaren.[1])

Die Erzeugung der Glasmasse, sowie das Entstehen mancher Verzierungen der Waren beruht im wesentlichen auf chemischen Vorgängen. Es soll daher an dieser Stelle auf die zugehörigen theoretischen Erörterungen verzichtet und nur eine gedrängte übersichtliche Darstellung der Bearbeitungsweisen gegeben werden.

Das Glas ist eine durch Schmelzung bereitete chemische Verbindung von Kieselerde mit Kali oder Natron, welche ausserdem noch Kalk oder Bleioxyd, sowie oft Eisenoxydul und andere Metalloxyde, teils als wesentliche Bestandteile, teils als zufällige (von Unreinheit der Rohstoffe und von den Schmelzgefässen herrührende) Beimischung enthält. Für die gewöhnlichen Bestimmungen gilt das Glas als desto vollkommener, je farbloser, durchsichtiger, glänzender, härter und strengflüssiger es ist, weil auf diesen Eigenschaften seine Schönheit und seine Dauerhaftigkeit (gegen Einflüsse der Abreibung und der auflösenden Mittel) beruht. Nur für besondere Zwecke wird es durch geeignete Zusätze verschiedentlich gefärbt und wohl auch undurchsichtig gemacht, wobei nicht selten auf dessen Vollkommenheit in anderen der genannten Beziehungen verzichtet werden muss.

Die Kieselerde ist im reinen Zustande durch Ofenfeuer nicht schmelzbar. Die Stoffe, welche man ihr bei der Glaserzeugung immer zusetzen muss, dienen daher zunächst als Flussmittel; von ihrer Auswahl und ihrer Menge hängt aber überdies die Beschaffenheit des Glases wesentlich ab. Jedes Glas enthält entweder Kali oder Natron als Flussmittel, wonach man überhaupt Kaliglas und Natronglas unterscheidet. Aber mit Kali oder Natron allein kann Kieselerde nicht zu einem brauchbaren

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1835, Bd. 6, S. 567 m. Abb.; 1861, Ergänzungsband 3, S. 334 m. Abb.
O. Schür, Die Praxis der Hohlglasfabrikation, Berlin 1867, m. Abb.
H. E. Benrath, Die Glasfabrikation, Braunschweig 1875, m. Abb.
R. Dralle, Anlage und Betrieb der Glasfabriken, Leipzig 1886, m. Abb.
Wagner-Fischer, Handbuch der chem. Technologie, Leipzig 1889, S. 697 m. Abb.

Glase geschmolzen werden. Den meisten Glasgattungen setzt man deshalb noch Kalk, einigen statt des Kalkes Bleioxyd zu. Der Kalk macht das Glas strengflüssiger, dichter, härter, zäher, elastischer, glänzender, und ersetzt zugleich einen Teil des kostspieligeren Kali oder Natrons. Das Bleioxyd vertritt in den eben angedeuteten Hinsichten den Kalk und liefert mit reinen Stoffen ein besonders durchsichtiges, sehr glänzendes, die Lichtstrahlen stark brechendes, besonders schön klingendes Glas; ausserdem macht es das Glas bedeutend schmelzbarer, vermindert aber dessen Härte, was jedoch für die Verfertigung geschliffener Arbeiten ein willkommener Umstand ist. — Glas, welches eine zu grosse Menge Flussmittel enthält, ist weich und widersteht den Einwirkungen der Säuren, ja zum Teil selbst des kochenden Wassers, nicht.

Vom technischen Standpunkte aus kann man folgende Hauptarten des Glases unterscheiden:

1) Grünes und braunes Glas, Flaschenglas. Aus den unreinsten Stoffen (namentlich sehr gewöhnlich mit Holzasche statt Pottasche) bereitet; durch grossen Gehalt an Eisenoxydul dunkelgrün oder gelbbraun gefärbt. Die Kieselerde beträgt darin 45 bis 66 %, der Kalk 18 bis 29, Kali oder Natron 3 bis 11, Alaunerde 1 bis 14, Eisenoxydul 3 bis 7.

2) Halbgrünes Glas, in dünnen Stücken grünlich, in grösseren Dicken grün, doch sehr viel heller als das vorige, dient zu geringen Hohlwaren, z. B. Arzneiflaschen (Medizinglas) und ganz geringen Fenstertafeln (halbgrünes Fensterglas). Die grünliche Farbe rührt auch hier, wie bei allem Glase wo sie ohne absichtliche Färbung durch andere Stoffe vorkommt, von Eisenoxydul (1 bis $2\frac{1}{2}$ %) aus den angewendeten Rohstoffen her. Kieselerde 62 bis 72 %, Kali oder Natron (oder beide zusammen) 10—19, Kalk 10—16, Alaunerde 3—$4\frac{1}{2}$.

3) Halbweisses Glas, zu etwas besseren Hohlwaren und zu den gewöhnlichen Fenstertafeln; weniger grünlich als das vorige, oft auch mit einem Stiche ins Bläuliche. Kieselerde 68—70 %, Natron 10—18 (oder statt dessen Kali), Kalk 8—17, Alaunerde 2—10. Die weissesten Arten hiervon pflegt man wohl auch dreiviertelweisses Glas zu nennen.

4) Weisses Glas, gewöhnlich mit einem sehr schwachen Stiche ins Grünliche, Bläuliche, Gelbliche oder Rötliche; zu guten Hohlwaren und feinen Fenstertafeln. Kieselerde 63—79 %, Kali oder Natron (zuweilen beide zusammen) 11—22, Kalk 4—16, Alaunerde $\frac{1}{2}$—10. Man pflegt das schönste weisse Glas zu geschliffenen Gegenständen anzuwenden und deshalb Schleifglas zu nennen, dem etwas geringern aber den Namen Kreideglas zu geben. Auch das Kronglas der Optiker gehört hierher. Ein an Kali sehr reichhaltiges, daher weiches weisses Glas, woraus vorzüglich Fensterscheiben, Uhrgläser, Thermometer- und Barometerröhren u. s. w. gemacht werden, ist das Solinglas österreichischer Fabriken.

5) Spiegelglas, das farbloseste bleioxydfreie Glas. Kieselerde 61 bis 79 %, Kali oder Natron (oder beide vereinigt) 11—24, Kalk 4—15,

Alaunerde $0—3\frac{1}{2}$. Ein geringer Bleioxydgehalt (1 bis 2 %) findet sich zuweilen.

6) Kristallglas, zu feinen, vorzüglich zu den schönsten geschliffenen Gegenständen. Kieselerde 51—61 %, Kali 6—14, Bleioxyd 28 bis 37, Kalk $0—2\frac{1}{2}$, Alaunerde $0—1\frac{1}{2}$.

7) Flintglas, zu optischen Gläsern, nämlich zu den sogenannten achromatischen Objektiven, welche aus Flintglas und Kronglas (s. oben) zusammengesetzt werden. Kieselerde 42—50 %, Kali 11—13, Bleioxyd 40—44, Alaunerde 1—2.

8) Strass, ein leicht schmelzbares, höchst farbloses, klares und durchsichtiges, mit starker Lichtbrechungskraft begabtes Glas, welches die Grundlage der künstlichen oder unechten Edelsteine bildet, und für sich allein den unechten Diamant darstellt: 38—41 % Kieselerde, 8—9 Kali, 50—53 Bleioxyd, 0—1 Alaunerde.

9) Farbige Glasgattungen, erzeugt durch Zusammenschmelzen farbloser Glasmassen mit verschiedenen Stoffen, besonders Metalloxyden. Auf solche Weise verfertigt man geringe gefärbte Gläser durch Zusatz der Oxyde zur Masse des gewöhnlichen weissen Glases, während man sich zu den feinen des Kristallglases und zu den feinsten (den Glasflüssen oder unechten Edelsteinen) des Strass als Grundlage bedient. Undurchsichtigkeit erlangt das weisse oder gefärbte Glas durch eine Beimischung von Zinnoxyd, weil dieses nicht damit zusammenfliesst, sondern ungeschmolzen eingemengt bleibt. Zu den feinen gefärbten Glasmassen gehören auch alle Arten von Email oder Schmelz und die demselben sehr nahe verwandten, zum Malen auf Porzellan, Glas und Email dienlichen Emailfarben, Schmelzfarben.

Das Einheitsgewicht des Glases ist nach der Art und dem Mengenverhältnisse seiner Bestandteile sehr verschieden; es beträgt bei grünem Flaschenglase 2,5 bis 2,7; halbweissem und gewöhnlichem weissen Glase 2,37 bis 2,60; Spiegelglase 2,44 bis 2,56; Kristallglase 2,8 bis 3,2; Flintglase 3,10 bis 3,77; Strass 3,90 bis 4,05. Mit Sicherheit kann man annehmen, dass jedes Glas, dessen Einheitsgewicht über 2,8 steigt, Bleioxyd enthalte.

1. Erzeugen der grünen und weissen Glasgattungen.

1) Glas-Rohstoffe und Glassätze. Die zur Bildung des Glases erforderlichen Stoffe werden nie in völliger chemischer Reinheit angewendet, weil ihre vorläufige Darstellung in diesem Zustande mit viel zu grossen Kosten verbunden sein würde. Was die alkalischen Flussmittel anlangt, so wendet man solche chemische Verbindungen derselben an, welche in der Schmelzhitze, namentlich vermöge der Gegenwart der Kieselerde, zersetzt werden, und an letztere ihren Kali-Gehalt mehr oder weniger vollständig abgeben. Ein Gleiches findet zum Teil hinsichtlich des Bleioxydes statt.

Die Glasrohstoffe zerfallen überhaupt in drei Gruppen: Kieselerde in mehr oder weniger reinem Zustande; Flussmittel, welche die Schmelzung der Kieselerde bewirken müssen; Entfärbungsmittel, wodurch man die schwache (meist grünliche, von Eisenoxydoxydul der übrigen Stoffe herrührende) Färbung, welche das Glas stets anzunehmen geneigt ist, zerstört.

a. Kieselerde. In den meisten Fällen bedient man sich des Quarzsandes, der bald mehr bald weniger fein und rein ist; manchmal des derben Quarzes (Kies) oder des Feuersteines, welche beide aber vorläufig geglüht, in Wasser abgelöscht, gepocht und zu Mehl gemahlen werden müssen, was die Gewinnung verteuert und daher nur bei feinen Glasgattungen zulässig ist. Bergkristall (als die reinste in der Natur vorkommende Kieselerde) kann höchstens im kleinen, bei der Bereitung des Strass und der unechten Edelsteine, Anwendung finden, wird aber durch guten eisenfreien Sand oder Quarz völlig ersetzt. — Zum Flaschenglase setzt man nicht selten Lehm hinzu, der nebst der in ihm enthaltenen Kieselerde auch einen beträchtlichen Anteil Alaunerde (Thonerde) in die Masse bringt.

Borsäure setzt man für gewisse Glasarten als teilweises Ersatzmittel für Kieselerde hinzu; sie befördert die Schmelzbarkeit der Masse, giebt dem Glas einen hohen Glanz und ist ein vorzügliches Mittel gegen das Entglasen. In der Regel wendet man sie als Borax (Natriumborat) an.

b. Flussmittel. Es sind hier Kali, Natron, Kalk und Bleioxyd in Betrachtung zu ziehen, mit Übergehung einiger selten angewendeten Mineralstoffe (wie Schwerspat, Feldspat u. s. w.).

Das Kali wendet man in der Gestalt der (jetzt bedeutend ausser Gebrauch gekommenen) Pottasche — meist im käuflichen Zustande, zuweilen auch gereinigt — an; statt derselben wird zu dem grünen Glase gewöhnlich Holzasche genommen. Flussmittel zur Bereitung von Natronglas sind Soda (roh oder gereinigt) und Glaubersalz, letzteres oft mit Zusatz von ein wenig Kohle (Holzkohle oder Koke), da ohne diese Beimischung nur verhältnismässig langsam und in hoher Hitze die Verglasung erfolgt; die gewöhnlichste Gestalt, unter welcher das Glaubersalz (schwefelsaure Natron) angewendet wird, ist die des sogenannten Sulfats aus den Sodafabriken, für geringe Glasgattungen wird nicht selten Pfannenstein aus den Salzsiedereien benutzt, welcher wesentlich ein Gemenge von schwefelsaurem Natron und schwefelsaurem Kalk mit mehr oder weniger Kochsalz ist. Pottasche und Kochsalz werden vereinigt angewendet, um Glas darzustellen, welches sowohl Kali als Natron enthält. Für geringes Glas ist statt des Kochsalzes der Seifensiederfluss (der salzige, hauptsächlich aus Chlorkalium und Kochsalz bestehende Rückstand vom Abdampfen der Unterlauge aus den Seifenkesseln) brauchbar. — Kalk kommt im gebrannten, oder an der Luft zerfallenen oder mit Wasser zu Pulver gelöschten Zustande, auch als Kreide, Kalkspat, Kalkstein, Marmor oder Kalktuff (sogenannter Duckstein) zur Glasmasse; oft benutzt man den Kalkäscher (Gemenge von Kalkhydrat und kohlensaurem Kalk), der in den Seifensiedereien bei Bereitung der Ätzlauge aus Pottasche oder Soda zurückbleibt. Das Bleioxyd für Gläser, welche dasselbe enthalten müssen, liefert ein Zusatz von Bleiglätte, Mennige oder (seltener) Bleiweiss. Einige Fabriken sollen mit gutem Erfolge Zinkoxyd statt Bleioxyd anwenden.

Nach der Art des Haupt-Flussmittels, welches zu dessen Darstellung angewendet worden ist, pflegt man wohl das Glas zu benennen: Pottaschenglas, Sodaglas, Glaubersalzglas, Bleiglas.

c. Entfärbungsmittel sind: Salpeter (der durch seinen Kaligehalt zugleich als Flussmittel wirkt), weisser Arsenik, Braunstein und Schmalte; besonders letztere beide in sehr geringer Menge angewendet.

Zu bemerken ist, dass Glas, welches einen Braunstein-Zusatz hat, am Tageslichte, noch mehr im Sonnenscheine, nach und nach violettrot wird.

Die fein zerkleinerten und nach dem gehörigen Mengenverhältnisse zusammengemischten Glasrohstoffe nennt man den Glassatz, die Masse. Man fügt demselben oft eine beträchtliche Menge alten zerbrochenen Glases derselben Art bei (Glasscherben, Glasbrocken, Bruchglas), teils um diese Abfälle wieder umzuarbeiten, teils um dadurch die Schmelzung zu erleichtern. Zu geringeren Glasgattungen wird in derselben

Weise das aus zerbrochenen Schmelzhäfen ausgelaufene und im Ofen verunreinigte Glas (Herdglas) mit verwendet.

Nach der Verschiedenheit der Glasgattungen und der zu denselben angewendeten Rohstoffe, sowie nach Gewohnheit und Ansichten der Fabrikanten sind die Glassätze ungemein mannigfaltig. Als Beispiele mögen die folgenden dienen:

Flaschenglas: 100 Teile Sand, 30 Kalk, 44 Glaubersalz (Sulfat), 2 Kokepulver, beliebige färbende Zusätze von Braunstein, Zaffer u. s. w., 100 bis 130 Bruchglas; — 10 Sand, 20 rohe Soda (Varec), 5 Holzasche, 10 Bruchglas; — 10 Sand, 3 Soda (Varec, Kelp, Tangasche), 16 ausgelaugte Holzasche, 4 unausgelaugte Holzasche, 8 Lehm, 10 Bruchglas; — 28 Sand, 50 Töpferthon, 21 gelöschter Kalk, 20 Varec-Soda; — 100 Sand, 250 ausgelaugte Holzasche, 30 Kalkstein; — 100 Sand, 45 Basalt, 20 Seifensiederfluss, 20 Glaubersalz, 2 Kohle; — 100 Sand, 50 Basalt, 160 unausgelaugte Holzasche; — 130 Sand, 80 ausgelaugte Holzasche, 25 Pottasche, 5 Kochsalz; — 100 Sand, 200 Feldspat, 20 Kalk, 15 Kochsalz, 125 Eisenschlacken (Hohofenschlacke); — 60 Basalt, 120 Glasscherben, 120 Soda, 60 Asche, 1 Braunstein.

Halbgrünes Glas: 100 Sand, 33 Pottasche, 115 ausgelaugte Holzasche, 22 Kalkstein; — 116 Sand, 44 Pottasche, 15 ausgelaugte Holzasche, 22 Kalk, 24 Kochsalz, 24 Bruchglas; — 100 Sand, 35 Pottasche, 17 Kalk, 120 Holzasche, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Braunstein; — 200 Sand, 100 kalziniertes Glaubersalz, 76 kohlensaurer Kalk, 80 Bruchglas, 6 Holzkohle.

Halbweisses Glas: 55 Sand, 20 Pottasche, 11 kalziniertes Glaubersalz, 10 Seifensiederfluss, 140 Bruchglas; — 100 Sand, 260 Varec-Soda, $1\frac{1}{3}$ Braunstein, 100 Bruchglas; — 100 Sand, 50 kalziniertes Glaubersalz, 20 Kalk, $2\frac{2}{3}$ Holzkohle; — 1800 Sand, 1122 kalziniertes Glaubersalz, 216 Kalk, 95 Holzkohle, 1200 Bruchglas; — 100 Quarz, 40 Kalk, 28 kalziniertes Glaubersalz, 2 gepulverte Kokes; — 100 Sand, 44 Glaubersalz, 6 Kalk, 3 Kohlenpulver.

Kreideglas: 100 weisser Sand, 60 Pottasche, 10 Kalk, 80 Bruchglas; — 76 Sand, 40 Pottasche, 11 Kreide, $\frac{1}{2}$ Braunstein, 100 Bruchglas; — 100 Sand, 65 Pottasche, 6 Kalk, 1 weisser Arsenik, $\frac{1}{3}$ Braunstein, 50 Bruchglas; — 1280 Sand, 1280 gereinigte Pottasche, 192 Kalk, 32 Mennige, 16 Salpeter, 16 Arsenik, 1 Braunstein; — 64 Sand, 20 Kreide, 20 Soda, 5 Glaubersalz, 80 Bruchglas; — 100 Sand, 44 Glaubersalz, 6 Kalk, 4 Kohle, 20 bis 100 Bruchglas; — 180 Sand, 60 bis 66 Soda von 86 Prozent, 20 bis 28 kohlensaurer Kalk, 80 Bruchglas, 1 Braunstein.

Weisses Fensterglas: 100 Sand, 42 Pottasche, $17\frac{1}{2}$ Kalkstein; — 100 Sand, $62\frac{1}{2}$ Soda, $7\frac{1}{2}$ Kreide (Kalkspat), $\frac{1}{4}$ Braunstein, $\frac{1}{5}$ Arsenik; — 100 Sand, 30—41 Kalk oder Kreide, 28—34 Sulfat mit $1\frac{1}{3}$—$2\frac{1}{4}$ Kokepulver (oder statt dessen 24 Soda ohne Koke), $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{4}$ Arsenik, Braunstein in verschiedenen kleinen Mengen, Bruchglas mehr oder weniger.

Strengflüssiges weisses Glas zu chemischen Geräten: 100 Sand oder Quarz, 18—20 Kalk oder Kreide, 26 Pottasche (oder 30 Soda), 2 Salpeter, 2—3 Arsenik, ein wenig Braunstein, 70 bis 100 Bruchglas.

Schleifglas: 120 weisser Sand, 60 gereinigte Pottasche, 24 Kreide, 2 Salpeter, 2 Arsenik, $\frac{1}{16}$ Braunstein; — 67 weisser Sand, 23 gereinigte Pottasche, 10 Kalk, $\frac{1}{4}$ Braunstein; — 100 Quarz (Sand), 60 Pottasche, 20 gelöschter Kalk, 1 Salpeter, $\frac{1}{2}$ Arsenik.

Kronglas für optische Zwecke: 400 Sand, 160 gereinigte Pottasche, 20 Borax, 20 Mennige, 1 Braunstein; — 60 Sand, 25 kalzinierte Soda von 90% Gehalt, 14 Kreide, 1 Arsenik; — 125 Sand, 35 Pottasche, 20 Soda, 15 Kreide, 1 Arsenik.

Spiegelglas: 120 Quarz, 80 gereinigte Pottasche, 40 Marmor, 8 Salpeter, 2 Arsenik, $\frac{1}{2}$ Braunstein, $\frac{1}{16}$ Schmalte; — 300 ganz weisser eisenfreier Sand, 100 gereinigte kalzinierte Soda, 43 Kreide (gelöschter Kalk), 1 Braunstein, 300 Bruchglas; — 31 Quarz, 22 gereinigte Pottasche, 6 Kalk, 2 Salpeter, $\frac{1}{2}$ Arsenik, $\frac{1}{10}$ Braunstein, $\frac{1}{32}$ Schmalte; — 100 Sand, 38 kalziniertes Glaubersalz, 38 kohlensaurer Kalk, $2\frac{1}{2}$ Holzkohle, $\frac{1}{2}$ Arsenik; — 100 Sand, 33 Soda

(statt deren auch 38 kalziniertes Glaubersalz mit $2^1/_2$ Kokepulver), 24 Kalk oder Kreide, 1 bis 2 Arsenik.

Kristallglas: 100 eisenfreier Sand, 36 gereinigte Pottasche, 55 Mennige, 1 Arsenik; oder: 120 Sand, 40 gereinigte Pottasche, 50 Mennige, 20 Salpeter, $^1/_3$ Braunstein; — 100 Quarz, 33 gereinigte Pottasche, 67 Mennige.

Flintglas, leichtes (Einheitsgewicht 3,1 bis 3,2): 300 Sand, 200 Mennige, 100 gereinigte Pottasche; — schweres (Einheitsgewicht 3,5 bis 3,6): 100 Sand, 100 Mennige, 30 reine kalzinierte Soda; — 87 Sand, 87 Mennige, 20 gereinigte Pottasche, 3 Salpeter; — 225 Sand, 225 Mennige, 52 gereinigte Pottasche, 3 Salpeter; — 225 Sand, 225 Mennige, 52 gereinigte Pottasche, 4 Borax, 3 Salpeter, 1 Braunstein, 1 Arsenik, 89 Abfälle von Flintglas.

2) Bereitung der Glasmasse (das Glasschmelzen). Die in Pulver verwandelten, in einem Ofen getrockneten und auf das Innigste miteinander gemengten Rohstoffe werden gewöhnlich ohne weitere Vorbereitung postenweise in die schon weissglühenden Schmelzgefässe eingetragen.

Die Gefässe, in welchen die Glasmasse geschmolzen wird (Häfen, Schmelzhäfen[1]) sind von feuerfestem Thon verfertigt und gewöhnlich von der Gestalt runder Schmelztiegel, 42 bis 75 *cm* hoch, oben 45 bis 75, unten 35 bis 60 *cm* im äussern Durchmesser, 5 bis 11 *cm* dick (bei 0,03 bis 0,12 *cbm* Rauminhalt 60 bis 300 *kg* Masse fassend).

Es kommen zum Teil Schmelzhäfen von gewaltiger Grösse vor: 1,2 m Durchmesser am oberen Rande, 1 *m* Höhe, 10 *cm* und darüber Wandstärke; ein solcher wiegt leer 1000 *kg* und fasst 600 bis 700 *kg* Glasmasse. Sie werden zuweilen oval oder viereckig gemacht, heissen dann Wannen, und füllen nicht selten die ganze Ofensohle aus, indem diese den Boden und die Ofenwandungen die Wandungen der Wanne bilden.

Bei Steinkohlenfeuerung pflegt man die Häfen mit einer Haube zu versehen. Fig. 219 stellt einen senkrechten Schnitt eines solchen Hafens dar. Der Hals *a* der Haube ragt in eine Öffnung der Seitenwand des Ofens und bildet die Arbeitsöffnung. Einen anderen eigenartigen Hafen versinnlicht Fig. 220. Der eigentliche Hafen ist durch eine Querwand, die jedoch nicht bis zur Sohle desselben reicht, in zwei Teile zerlegt. *a* bezeichnet die Arbeitsöffnung, *e* die Einwurföffnung für den Satz; dieser wird in dem besonders lebhaft durch die Flamme des Ofens bespülten Teil *c* des Ofens geschmolzen, fliesst unter der Querwand hindurch, steigt in *b* empor, die beigemengten Unreinigkeiten (Glasgalle, eine Missbildung des Glases und anderes) am Boden zurücklassend, und wird durch *a* zur Verarbeitung entnommen. *d* ist eine Aussenwand des Ofens, *f* seine Sohle.



Fig. 219.

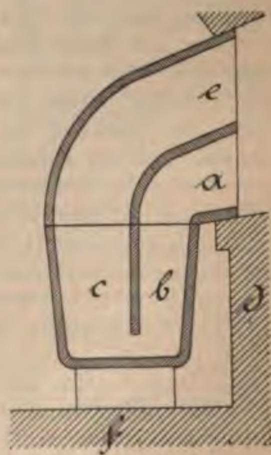


Fig. 220.

Der Glasofen, Glasschmelzofen, dessen Einrichtung mannig-

[1]) D. p. J. 1859, **153**, 23; 1860, **158**, 222.

faltigen Abänderungen unterliegt, wird mit gedörrtem Holz, Torf, Braunkohle oder Steinkohle[1]) oder mit Gas geheizt und ist entweder rund (kreisförmig, oval) oder viereckig (quadratisch, länglich). Er enthält (sofern nicht mit Gas gefeuert wird) gewöhnlich in der Mitte seines Unterteiles einen Rost — bei länglicher Gestalt zwei Roste an entgegengesetzten Seiten — und ist oben durch ein Gewölbe (die Kappe, Kuppe) geschlossen. Der natürliche Luftzug wird zuweilen durch Gebläsewind ersetzt. Der Abzug der Flamme findet teils durch eine Öffnung in der Mitte des Gewölbes, teils durch Seitenkanäle statt, mittels welcher die sehr oft an den Schmelzofen angebauten Nebenöfen (zum Anwärmen der Häfen, zum Kalzinieren der Pottasche, der Soda und des Glaubersalzes, zum Abkühlen der Glaswaren) geheizt werden. In der Nachbarschaft des Rostes erhebt sich (bei runden Öfen ringsum, bei viereckigen an zwei gleichlaufenden Seiten) auf ungefähr 70 *cm* Höhe ein breites Gesimse (Bank), worauf die Schmelzhäfen nahe an der Ofenwand stehen, welche solchergestalt von der Flamme bespült werden. Ihre Anzahl beträgt 4, 6 oder 8. Die Wand des Ofens enthält über jedem Hafen eine Öffnung (Arbeitsloch), durch welche die flüssige Masse zur Verarbeitung herausgenommen wird.

Einzeln baut man Glasöfen als liegende Flammöfen (I, 167, 192) mit Feuerungsraum an dem einen Ende, von wo die Flamme, um nach dem am anderen Ende befindlichen Schornstein abzuziehen, über den überwölbten Herd streicht, auf welchem die Glashäfen stehen. Ja man hat bei einer ähnlichen Einrichtung für geringe Ware den Ofenherd selbst als Behälter der schmelzenden Masse benutzt, aus welchem dieselbe zur Verarbeitung in eine durch Scheidewand abgesonderte zweite Abteilung des Ofens übertritt (Wannenöfen).

Die von festen Brennstoffen herrührende Flamme führt oft Flugasche mit sich, welche zur Verunreinigung des Glassatzes Veranlassung giebt. Daher werden die festen Brennstoffe zunächst in Gas verwandelt (unter Beschränkung des Luftzutrittes verbrannt) und dieses mit vorgewärmter Luft im eigentlichen Ofenraum zur Verbrennung gebracht.[2])

Wegen des Umstandes, dass die gelegentliche Ausnutzung der Wärme, welche die mit sehr hoher Temperatur den Glasofen verlassenden Rauchgase noch enthalten (I, 171), vorteilhaft erscheint, ist man sowohl bei den Hafen- als auch bei den Wannenöfen mehr und mehr zu der Gasfeuerung mit Vorwärmung des Gases, wie der Verbrennungsluft (I, 172) übergegangen (sogen. Regenerativ-Gasfeuerungen)[3]).

---

1) D. p. J. 1838, **69**, 155; 1840, **77**, 44; 1841, **80**, 36; 1842, **86**, 182, 424; 1848, **110**, 326; 1861, **162**, 109; 1862, **164**, 347; 1863, **167**, 281, meistens m. Abb.

2) R. Dralle, a. a. O. S. 10 m. Abb.
Benrath, a. a. O. S. 116 m. Abb.

3) 1855, **136**, 105; 1858, **149**, 176, **150**, 332; 1861, **159**, 422; 1862, **166**, 270; 1863, **167**, 283, 489; 1866, **180**, 127, 322, **182**, 216; 1870, **197**, 498; 1872, **203**, 11; 1876, **220**, 427, **222**, 322; 1877, **224**, 520; 1878, **228**, 92; 1879, **232**, 522; 1881, **239**, 128; 1882, **244**, 298; 1883, **247**, 80, **248**, 248; 1884, **253**, 119, **254**, 27; 1885, **257**, 154; 1886, **259**, 460, **261**, 295, meistens m. Abb.

Als von einiger Wichtigkeit für die mechanische Verarbeitung des Glases hebe ich folgende Einzelheiten der Glasschmelzöfen hervor. Fig. 221 stellt beispielsweise einen Glasschmelzofen im Querschnitt dar. Bei *p* befindet sich eine längliche Grube (Pipe), durch welche von beiden Giebelseiten her die

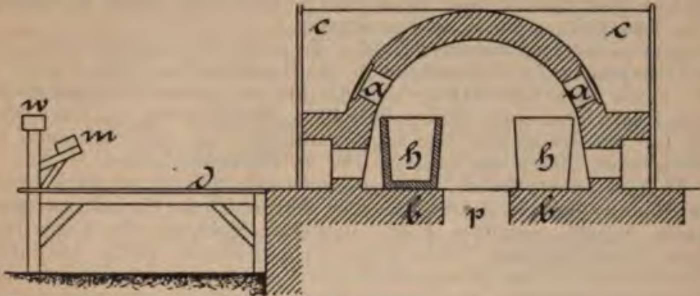


Fig. 221.

Flamme im Ofen sich verteilt. Rechts und links von dieser Grube befinden sich die Bänke *b*, auf welchen die Häfen *h* stehen. Über jedem der Häfen befindet sich eine Arbeitsöffnung *a*, deren Weite sich nach der Art der zu erzeugenden Gegenstände richtet. Zwischen je zwei Arbeitsöffnungen ist eine Wand *c* angebracht, welche in erster Linie den Arbeiter vor den Wärmestrahlen der nachbarlichen Arbeitsöffnung schützen soll, ausserdem aber häufig zur Absteifung des Ofenmauerwerks dient. Die Häfen werden, vielleicht durch dahin gelangte Glasflüsse, allmählich durch ihren Boden mit der betreffenden Bank fest verbunden; um sie fortschaffen zu können, müssen sie losgebrochen werden, zu welchem Zwecke unter jeder Arbeitsöffnung eine Öffnung in dem Ofenmauerwerk sich befindet, welche man während des Betriebes leicht vermauert hält. Vor den Arbeitsöffnungen befindet sich eine (hölzerne oder gemauerte) Bühne *d*, welche als Arbeitsplatz dient; am Rande derselben sind die sogenannte Marbel *m* und ein Wassergefäss *w* in geeigneter Weise angebracht.

Bei dem allmählichen Füllen der Glashäfen wartet man mit dem Zusetzen eines jeden neuen Postens so lange, bis der vorhergegangene flüssig geworden ist. Ist die ganze für einen Hafen bestimmte Menge Glassatz in denselben eingetragen, so wird mit der Erhitzung fortgefahren, um eine vollkommene Vereinigung der Bestandteile zu bewirken. Dabei scheidet sich auf der Oberfläche mehr oder weniger von einer dünnflüssigen Salzmasse (Glasgalle: schwefelsaures Natron, Kochsalz, Chlorkalium, schwefelsaures Kali, schwefelsauren Kalk enthaltend, in der grössten Menge bei Glaubersalzglas, weniger bei Pottaschenglas, fast gar nicht beim Schmelzen mit gereinigter Soda erscheinend) aus, welche abgeschöpft wird; durch Entwickelung von Gasarten (hauptsächlich Kohlensäure aus der Pottasche oder Soda) entstehen ferner in dem Glase zahlreiche Bläschen. Um diese zu entfernen und zugleich alle noch ungeschmolzenen Sandkörner u. s. w. möglichst aufzulösen, bringt man zunächst durch Verstärkung der Hitze (Heissschüren) die Masse in dünnen Fluss, und bewirkt so das Läutern des Glases, d. h. die Herstellung einer reinen und gleichförmigen Beschaffenheit desselben, indem sich die Glasbläschen nebst der Glasgalle obenauf begeben, unaufgelöste schwere Teilchen an den Boden sinken. Wenn beim Herausnehmen einer kleinen Menge Glas an einem Eisenstabe (Probeziehen) oder durch das Ansehen einer versuchsweise aus dem Glase geblasenen dünnen Kugel die vollendete Läuterung erkannt wird, hört man $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunde lang mit Nachfeuern (Schüren) auf, um die Hitze sinken zu lassen; fängt dann wieder an zu feuern, aber mässiger (Kaltschüren), und erhält dadurch die Glasmasse (Schmelze) in dem zähflüssigen Zustande, welcher zu der nun beginnenden Verarbeitung nötig ist.

Die gesamte Schmelzzeit, vom Anfange des Eintragens in die Häfen bis zu der Beendigung des Läuterns, dauert 12 bis 30 Stunden, je nach der Beschaffenheit des Glassatzes, der Güte des Ofens und der Grösse der Häfen.

In manchen Glasfabriken wird — abweichend von dem vorstehend beschriebenen Verfahren — vom Heissschüren ohne Unterbrechung zu gemässigter Nachfeuerung (dem sogenannten Kaltschüren oder Ablassen des Ofens) übergegangen, wobei die Verarbeitung ihren Anfang nimmt.

Manchmal werden besondere Kunstgriffe gebraucht, um eine recht gleichmässige Vermischung der Bestandteile in der Glasmasse zu erzielen: man stösst nämlich mittels eines Eisenstabes einen Körper, der in der Hitze reichlich Gas oder Dampf entwickelt (ein Stück grünes Holz, eine Kartoffel, ein Stück weissen Arsenik), auf den Boden des Schmelzhafens hinab, und erhält ihn dort, damit die aufsteigenden Blasen das flüssige Glas in Bewegung setzen. — Am wichtigsten, ja ganz unentbehrlich, ist eine solche Behandlung bei stark bleioxydhaltigen Gläsern, weil in diesen das sehr schwere Bleioxyd sich vorzugsweise nach unten begiebt, wovon eine sehr ungleiche Mischung des Glases in verschiedenen Höhen entsteht. Flintglas im besonderen würde hierdurch zu seiner Bestimmung völlig untauglich werden; bei diesem ist also sehr anhaltende Bewegung vonnöten, und man erreicht dieselbe, indem man die Masse fleissig mit einer unten geschlossenen Röhre von feuerfestem Thon, in den als Griff ein Eisenstab gesteckt wird, umrührt[1]). Geschieht das Rühren nicht in genügendem Masse, so bleiben Teile übrig, welche streifig sind und ausgeschossen werden müssen.

Der Gedanke, gleichzeitig zu schmelzen, zu läutern und zu verarbeiten, indem man Glashäfen oder Flammenöfen (Wannen) durch Wände, welche eine gewisse Verbindung der entstehenden Abteilungen gestatten, zerlegt (vergl. Fig. 220), aus der einen Abteilung das fertige Glas allmählich entnimmt, während in der anderen geschmolzen und nach Erfordernis neuer Glassatz eingetragen wird[2]), ist im Jahre 1870 durch F. Siemens mit zweifellosem Erfolg verwirklicht worden (stetig arbeitende Glasöfen oder Glaswannen, und ähnlich eingerichtete Glashäfen).

3) Mechanische Verarbeitung der Glasmasse. Sie findet entweder nach dem Kaltschüren im zähflüssigen Zustande (an der Pfeife, mittels Zangen u. dgl.) oder in dünnflüssigem Zustande (gepresstes, gegossenes Glas) oder erst nach völligem Erhärten (optisches Glas, Nachbildungen der Schmucksteine) statt, also auf Grund seiner Bildsamkeit oder seiner Teilbarkeit. In besonderen Fällen gesellt sich der bildsamen Umgestaltung ein Härteverfahren (Hartglas). Es soll hier zunächst die Verarbeitung des Glases im bildsamen Zustande erörtert werden, da sie vielfach erste Arbeitsstufe für die Bearbeitung auf Grund der Teilbarkeit (durch Schleifen) ist und das Härten des Glases einen Anhang zu dem sofort vorkommenden Kühlen bilden, während das Schleifen des Glases im ganzen nach Besprechung der farbigen Gläser behandelt werden wird.

Bei zu raschem Abkühlen der heissen Glasmasse entstehen bedeutende Spannungen, die entweder die Widerstandsfähigkeit der erzeugten Stücke gegen äussere Kräfte erheblich schwächen oder sogar allein deren Zertrümmerung herbeiführen (I, 212).

Man benutzt das Zersprengen infolge raschen Abkühlens zur Erzeugung von Zierglas. Unter dem Namen Eisglas ist ein Modegegenstand zum Vor-

---

[1]) D. p. J. 1841, **79**, 44, **80**, 35 m. Abb.
[2]) Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1871, S. 316.

schein gekommen, bestehend aus geblasenem Hohlglase, dessen äussere Oberfläche tief und stark zerklüftet ist. Die Sprünge werden durch Eintauchen des glühenden Gegenstandes in Wasser erzeugt, durch Anwärmen unschädlich gemacht und durch weiteres Aufblasen des Gefässes geöffnet. Zuweilen werden zwischen den Klüften stehen gebliebene Erhöhungen noch etwas rauh geschliffen. Sprengglas (Glasglanz), zum Bestreuen lackierter Holzwaren und Papparbeiten, ja, der Kleiderstoffe! besteht aus höchst dünnen Blättchen farbigen Glases und wird erhalten, indem man an der Glasmacherpfeife grosse Kugeln bläst, die so dünnwandig sind, dass sie zuletzt aufbersten, worauf man die zarten Bruchstücke zerstöst.

Sonst folgt der in heissem Zustande stattgehabten Gestaltung das Kühlen, d. h. eine Behandlung im Kühlofen[1]), vermöge welcher die Abkühlung entsprechend verlangsamt wird.

Es sind zwei Gruppen der Kühlöfen zu unterscheiden: bei der einen Gruppe wird das Glas heiss eingetragen, nach Umständen bis etwa zu dunkelrot erwärmt und sodann das Feuern unterlassen und der Ofen vermauert. Nachdem sich der Ofen mit seinem Glasinhalt entsprechend langsam abgekühlt hat (was innerhalb 3 bis 24 Stunden oder mehr) stattfindet, werden die behandelten Gegenstände herausgenommen. Man beizt diese Kühlöfen durch die abziehenden Feuergase der Glasschmelzöfen oder häufiger durch besonderes Feuer in der Weise wie Flammöfen (I, 167) geheizt werden. Bei der zweiten Gruppe kommen die zu kühlenden Gegenstände zunächst in einen Teil des Ofens, in welchem sie auf die erforderliche hohe Temperatur gebracht werden, von da ab bewegen sie sich allmählich in immer weniger warme Stellen des Ofens, bis sie den kältesten Teil desselben gekühlt verlassen. Hierdurch entsteht im wesentlichen ein stetiger Betrieb, wenngleich das Fortschreiten der Ware im Kühlofen vielfach schrittweise erfolgt.

Ausser den einfacheren und älteren Kühlöfen, welche nach dem Beschicken und Heizen einfach vermauert werden, gehören zur ersten Gruppe ihrem Wesen nach auch diejenigen Ofeneinrichtungen, welche (anscheinend) zuerst von Dillinger angegeben sind.[2]) Von der Streckplatte ab (s. w. u.) wird das Tafelglas in einen vorher angewärmten Wagen geschoben, dessen Kasten nebst Deckel den Wärmeverlust möglichst hemmt. Dieser Wagenkasten nebst Inhalt wird zunächst auf entsprechend hohe Temperatur gebracht, sodann in einen angrenzenden Ofenteil geschoben, durch welchen die Verbrennungsgase strömen. Er erfährt in demselben Ofen noch eine zweite Verschiebung in einen noch weniger warmen Teil desselben und wird sodann (auf einem geeigneten Schienengleis) aus dem Ofen gezogen, um endgültig abzukühlen. Nach stattgehabter Kühlung entleert man den Wagenkasten, schiebt den Wagen wieder in den Ofen, um ihn vorwärmen zu lassen, und füllt ihn sodann wieder. Hirsch[3]) und F. Siemens[4]) wollen den geschlossenen Kühlwagen (für Hohlware) nur so lange im Ofen lassen, bis er gefüllt und hierbei entsprechend erhitzt ist. Die eigentliche Kühlung soll ausschliesslich ausserhalb des Ofens stattfinden, während Epsteins Verfahren[5]) dem Dillingerschen näher steht.

---

[1]) Dralle, Anlage und Betrieb der Glasfabriken, Leipzig 1886, S. 207 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1866, **182**, 19 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1867, S. 341 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1879, **233**, 219 m. Abb.

[4]) Daselbst, 220 m. Abb.

[5]) D. p. J. 1881, **240**, 121 m. Abb.

Bei der zweiten Gruppe der Kühlöfen werden oft ebenfalls Wagen zur Beförderung der Glasgegenstände durch den Ofen benutzt.[1])

Ferner sind wagerechte endlose Ketten vorgeschlagen, deren Glieder behufs Aufnahme der Glasgegenstände plattenartig erweitert sind[2]), oder man hat endlose Ketten in senkrechter Lage zur allmählichen Weiterbeförderung in weniger warme Teile des schachtförmigen Kühlofens verwendet.[3])

Eigenartig ist folgende Förderung im langen, wagerechten Kühlofen[4]): In der Sohle versenkt liegen mehrere Flacheisen, welche hochkantig mit Querstücken zu einem Rahmen verbunden sind. Unter diese Flacheisen greifen mehrere in senkrecht verschiebbaren Rahmen gelagerte Rollen. Hebt man nun die senkrechten Rahmen gemeinsam empor, so erheben die erstgenannten Flacheisen die auf der Ofensohle lagernden Glastafeln, welche dann mit dem auf den Tragrollen leicht verschiebbaren wagerechten Rahmen bequem längs eines gewissen Weges der Austrittsöffnung des Ofens zu gezogen werden können. Nachdem solches geschehen, lässt man die senkrechten Rahmen nach unten sinken, wobei sich die Glastafeln wieder auf die Ofensohle legen, und schiebt den wagerechten Rahmen unter den Glastafeln in seine alte Stellung zurück.

Auch das Lenkerwerk (I, 600) ist für den vorliegenden Zweck verwendet worden.

Hirsch und Hirche schlagen eine Drehscheibe vor[5]), auf welcher sich zwei senkrechte, in der Achse der Drehscheibe sich kreuzende Blechwände befinden. In jeder so gebildeten Abteilung befinden sich 3 Blechkasten zur Aufnahme der zu kühlenden Hohlware. Diese Drehscheibe ist im Halbkreise von einer Mauer umgeben und von einem Gewölbe überspannt. Einem Viertel der Drehscheibe gegenüber enthält die genannte Wand 3 Öffnungen, durch welche die Glasmacher die geblasenen Gegenstände eintragen; dieses Viertel wird entsprechend geheizt. Nachdem es gefüllt ist, wird die Drehscheibe um 90° gedreht, sodass das erhitzte Glas in den zweiten, von der Mauer und dem Gewölbe eingeschlossenen Raum gelangt. Demnächst kommt dieser Drehscheibenteil ausserhalb des Ofens, sodass die Schlussabkühlung stattfindet und endlich in die letzte Stellung, woselbst man ihn entleert. Schön[6]) will die Ware während der 4 möglichen Stellungen in einem die Drehscheibe völlig umschliessenden Ofen lassen.

Wisthoff endlich empfiehlt[7]) thönerne Röhren von der Weite, dass die zu kühlenden Flaschen in ihrer Achsenrichtung sie zu durchschlüpfen vermögen, in ihrem vorderen Teile stark zu erhitzen, während der wesentlich längere hintere Teil keine Wärmezufuhr von aussen erfährt. Es sollen nun die zu kühlenden Flaschen in den vorderen Teil eingeschoben werden, sodass sie ihre Vorgänger ruckweise verdrängen und die gekühlten Flaschen am hinteren Ende austreten.

Die Beförderung der geblasenen Hohlware vom Arbeitsplatze bis zum Kühlofen wird zur Zeit fast ausschliesslich durch Kinder bewirkt. Da nun bei den meisten Glashüttenbetrieben zeitweise Nachtarbeit nicht zu vermeiden, auch die Luft in den Glashütten nicht immer gut ist, so beeinträchtigt dieses Verfahren die Entwickelung dieser Kinder. Man ist daher bemüht, die in Rede stehende Förderung durch mechanische Mittel herbeizuführen.

---

[1]) Dralle, Glasfabriken, S. 212 m. Abb.
D. p. J. 1881, **240**, 120 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1858, **147**, 342 m. Abb.
[3]) Z. d. V. d. I. 1869, S. 334 m. Abb.
[4]) Bievez, D. p. J. 1868, **189**, 312 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1869, S. 333 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1881, **240**, 120 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1882, **246**, 464 m. Abb.
[7]) D. p. J. 1879, **233**, 220 m. Abb.

Dralle[1]) hat zu dem Zweck geneigte Rollenbahnen vorgeschlagen, bei denen die Rollen von eisernen Hohlträgern gestützt werden, welche heisse Gase durchströmen; hierdurch soll die Abkühlung gemindert werden, welche während des Herabrollens der Gegenstände vom Glasmacherstande bis zum — tiefer liegenden — Kühlofen stattfindet. Kuhlmann[2]) benutzt ebenfalls eine geneigte Rollenbahn, kümmert sich aber nicht um die erwähnte Abkühlung, während Schön[3]) die Förderung mittels endloser Kette in überdeckter, geheizter Rinne vorschlägt.

Wenn die bisher vorgeschlagenen Verfahren noch nicht in jeder Beziehung befriedigen, so bilden sie doch einen Anfang, welcher hoffentlich zur Erreichung des gesteckten Zieles führt.

Das Kühlen des Glases in der erörterten Weise bedeutet nichts anderes als das Ausglühen der Metalle (I, 214). Ähnlich ist es mit dem entgegengesetzten Verfahren, nämlich dem Härten des Stahles und dem Härten des Glases (I, 215—217).

Es liegt jedoch insofern ein Unterschied vor, als das plötzlich abgekühlte Glas fast regelmässig zerspringt, während der Stahl die rascheste Abkühlung in der Regel verträgt. Es kann daher das beim Stahl fast ausschliesslich angewandte Verfahren: Härten durch plötzliches Abkühlen und folgendes Nachlassen für Glas nicht angewendet, vielmehr muss die erstmalige Abkühlung dem Härtegrade angepasst werden.

Man pflegt das Glas von dem Zustande schwachen Rotglühens bis auf etwa 250 bis 300° abzukühlen, und zwar durch Eintauchen der fertigen Gegenstände in heisses Öl oder in erwärmte Salzlösungen u. s. w., oder durch Abkühlen an der Luft, oder endlich durch Abkühlen zwischen festen Flächen, welche Wärme aufzunehmen vermögen (Presshartglas) u. s. w.

Da das Härten des Glases zur Zeit kaum eine praktische Bedeutung hat, so begnüge ich mich hier mit der Angabe mehrerer Quellen.[4])

Gewöhnlich teilt man die Glaswaren in Tafelglas und Hohlglas ein; zu ersterem gehört (wenn man den Ausdruck im weitern Sinne nimmt) auch das gegossene Spiegelglas, sowie die gepresste Glasarbeit sich dem Hohlglas anschliesst oder eine Mittelstelle zwischen Tafelglas und Hohlglas einnimmt.

A. Tafelglas und Spiegelglas.[5]) — Das Tafelglas ist entweder geblasenes oder gegossenes; ersteres, gewöhnlich insbesondere Tafelglas genannt, dient als Fensterglas, Scheibenglas, sowie zu kleinen und mittelgrossen Spiegeln (geblasene Spiegel); letzteres hauptsächlich zu Spiegeln grosser Abmessungen.

a. Das geblasene Tafelglas wird auf zwei verschiedene Arten verfertigt, nämlich als gestrecktes Tafelglas, Walzenglas und als sogenanntes Mondglas. Tafeln bedeutenderer Grösse können nur auf

---

[1]) Dralle, Glasfabriken, S. 206 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1885, **256**, 316 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1882, **246**, 465.
[4]) D. p. J. 1875, **215**, 186, 187, 381, 568, **216**, 75, 288, **218**, 181; 1877, **225**, 360; 1878, **229**, 57; 1879, **233**, 314 m. Abb.; 1881, **240**, 120 m. Abb.; 1885, **258**, 500.
[5]) Wisthoff, D. p. J. 1874, **211**, 476.
Verhandlungen des Gewerbfleissvereins 1873, S. 230.

die erstere Art erzeugt werden, welche deshalb auch die übliche ist. Mondglas wird in Deutschland fast garnicht verfertigt.

Die unentbehrlichsten Werkzeuge des Glasmachers sind die Pfeife, Glasmacher-Pfeife, und das Hefteisen. Erstere, Fig. 222, ist eine eiserne, 1,2 bis 1,5 *m* lange, 4 bis 6 *mm* weite Röhre; letzteres, Fig. 223, ein 1,5 *m* langer runder Eisenstab. Bei der Verfertigung des gestreckten Tafelglases nimmt der Glasbläser zuerst mit der Pfeife, indem

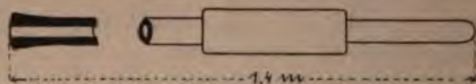


Fig. 222.

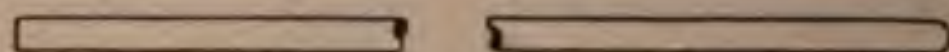


Fig. 223.

er das Ende derselben wiederholt eintaucht, aus dem Glashafen eine gehörige Menge (2 *kg* und mehr) flüssigen Glases. Er bringt diesen Klumpen durch Rollen und Schieben (Marbeln) auf einer glatten gusseisernen Platte (dem Marbel) an das äusserste Ende der Pfeife und erzeugt nun, durch kräftiges Blasen mit dem Munde in das andere Ende des Werkzeuges, eine kleine Höhlung, wobei der hohle Glaskörper (das Külbchen, der Ballen, Fig. 224) eine birnförmige Gestalt annimmt. Durch abwechselndes Blasen und Drehen in einem rund ausgehöhlten nassen Holze (Wallholz, Fig. 225), unter gleichzeitigem Streichen mit einem nassen



Fig. 224.

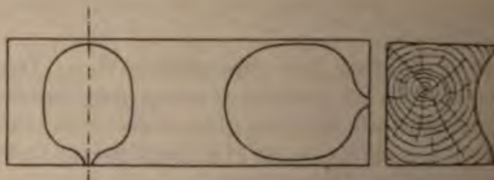


Fig. 225.

Stücke Holz, wird die birnförmige Blase nach und nach erweitert und in regelmässiger Rundung erhalten. Der Arbeiter weiss nun den obern, der Pfeife zunächst sitzenden Teil vorzugsweise aufzutreiben, sodass mehr die Gestalt einer Eichel herauskommt; er bringt dann die Pfeife in senkrechte Stellung, die eichelförmige Glasblase aufwärts gekehrt, damit sich diese durch ihr eigenes Gewicht senkt und die untere, der Pfeife zugekehrte Wölbung mehr abgeplattet wird, Fig. 226; wärmt die Blase in dem Arbeitsloche des Schmelzofens wieder an; und beginnt hierauf ein starkes pendelartiges Hin- und Herschwenken, unter häufigem Einblasen.

Damit hierbei die Blase nicht den Boden berührt, steht der Glasbäser bei dieser sehr anstrengenden Arbeit an dem Rande einer grabenartigen Vertiefung des Fussbodens, welche das freie Hin- und Herschwingen des durch Schleuderkraft und gleichzeitiges Einblasen von Luft sich stark verlängernden Glaskörpers gestattet. Letzterer hat nach dieser Arbeit die Gestalt einer an beiden Enden halbkugelig geschlossenen Walze von etwa 60 *cm* Länge und wenigstens 30 *cm* Durchmesser. Es kommt nun darauf an, die Walze am untern Ende zu öffnen und die Öffnung so zu erweitern, dass eine Trommel entsteht, deren geschlossenes Ende an der Pfeife sitzt. Zu diesem Zwecke bringt der Arbeiter mittels des, in das geschmolzene Glas eingetauchten Hefteisens ein Klümpchen weiches Glas auf die Mitte der untern Wölbung, verdichtet durch gewaltsames Einblasen die Luft in dem Gefäss, verschliesst die Mundöffnung der Pfeife mit dem Finger und hält so den Boden des Glaskörpers vor das Arbeitsloch. Durch die hier einwirkende Glut, in Verbindung mit der durch das Aufbringen des geschmolzenen Glasklümpchens hervorgebrachten Hitze, erweicht sich das Glas an dieser Stelle, und die eingeschlossene verdichtete Luft bahnt sich mit einem schwachen Knalle einen Ausgang in der Mitte des Bodens.


Fig. 226.

Es wird empfohlen, die Glastrommel, während der Gehilfe mittels Hefteisens das haselnussgrosse Glasklümpchen anlegt, mit Hilfe der Pfeife rasch zu drehen, was eine Verdünnung des Glasgefässes an betreffender Stelle herbeiführen soll.[1]) Anderseits ist eine Vorrichtung in Vorschlag gekommen, mittels welcher man den halbkugeligen Boden des Gefässes locht.[2])

Die so erhaltene Öffnung wird nun durch das Einbringen der weiter unten zu erwähnenden Auftreibschere, unter beständigem Drehen der Trommel, mehr und mehr erweitert, bis endlich die verlangte walzenförmige Gestalt erreicht ist. Die soweit fertige Glocke wird durch Anhalten eines kalten Eisens von der Pfeife abgesprengt und in einer Eisenblechtrommel auf kurze Zeit in einen Kühlofen gebracht; nach dem Abkühlen herausgenommen und durch Absprengen der einen noch vorhandenen Endwölbung in eine beiderseitig offene Trommel verwandelt. Dieses Absprengen bewirkt man dadurch, das man ein glühendes Eisen um die Glocke herumführt und ein Tröpfchen Wasser auftupft, worauf sogleich ein Sprung entsteht, der die ganze Kappe ablöst. Die offene Trommel (Walze) wird nun noch durch das nämliche Mittel in der Richtung ihrer Achse aufgesprengt (bei grösserer Wanddicke mittels einer Schere, solange das Glas noch weich genug ist, aufgeschnitten) und kommt dann in den Streckofen, wo sie wagerecht auf einer flachen Unterlage (einer mit Kalk bestäubten Platte von Stein, Thon, Kupfer, Gusseisen oder Spiegelglas — Streckstein, Streckplatte, Lager) so hingelegt

[1]) D. p. J. 1872, **205**, 72.
[2]) D. p. J. 1881, **240**, 118 m. Abb.

wird, dass der Sprung sich oben befindet. Durch allmähliches Erhitzen bis zum hellen Rotglühen wird hier das Glas so erweicht, dass es sich teils von selbst senkt, teils durch nachhelfendes Streichen mit einem eisernen (Streckeisen) oder hölzernen Werkzeuge ausgebreitet wird, und sonach die Gestalt einer ebenen Tafel annimmt (das Strecken). Aus dem Streckofen wird die Glastafel in den daranstossenden weniger heissen Kühlofen gebracht.

Das Sprengen, bezw. Absprengen des Glases, welches durch die erheblich andere Temperatur der Sprengstelle gegenüber dem sonstigen Glaskörper herbeigeführt wird, bewirkt man — für die vorliegenden, wie auch für andere Zwecke — zuweilen durch eins der folgenden Mittel: Sprengkohle ist ein Gemisch aus 16 T. gepulverter Holzkohle und 1 Teil Bleizucker (essigsaurem Bleioxyd), dem so viel Tragantschleim beigemischt wird, um es zu Federkieldicke ausrollen zu können.[1]) Die getrocknete Sprengkohle wird an einem Ende entzündet und über die Stelle, woselbst das Sprengen stattfinden soll, hinweggeführt. Ferner ist vorgeschlagen, heisse Gase durch eine enge, runde oder flache Düse auf die Sprengstelle zu werfen.[2]) Endlich ist des Verfahrens zu gedenken, nach welchem man einen durch elektrischen Strom glühend gemachten Draht zum Sprengen verwendet.[3]) Der Draht wird z. B. durchhängend befestigt, der runde Glasgegenstand aufgelegt und gedreht.

Die Streckplatte bildet bei den älteren Strecköfen die Sohle derselben; man schiebt die gestreckte Glasplatte von ihr in den hinter dem Streckofen belegenen Kühlofen (S. 831), welcher stets mit dem Streckofen verbunden ist. Neuerdings ist die Streckplatte vielfach mit Rädern versehen, sodass sie mit der auf ihr liegenden Glasplatte in den vorderen Kühlofenteil geschoben werden kann, woselbst das Entladen des Wagens stattfindet. Dillinger[4]) ordnet zu dem Ende zwei Streckplatten so an, dass die eine unter der anderen, bezw. letztere über ersterer verschoben werden kann. Nachdem z. B. die obere Streckplatte in den Kühlofen geschoben ist, wird sofort die untere im Streckofen befindliche Platte in Benutzung genommen, und schiebt man letztere in den Kühlofen, so zieht man die obere Streckplatte gleichzeitig in den Streckofen und arbeitet hier weiter, ohne durch das Weiterfördern der vorher gestreckten Platte gestört zu werden. Gleiches wird durch eine unmittelbar neben dem Streckofen im Kühlofen befindliche Drehscheibe erreicht[5]), indem diese zur Aufnahme zweier Streckplatten geeignet eingerichtet ist und nachdem man eine beladene Streckplatte auf sie geschoben hat, so gedreht wird, dass die entladene Streckplatte in den Streckofen zurückgeholt werden kann. Ähnliches strebt Hirsch mit einer anderen Einrichtung an.[6])

Neben dem Streckofen befindet sich fast immer ein Vorwärmofen, in welchen die entsprechend vorgerichtete Trommel zunächst gebracht wird, sodass im Streckofen dem Glase nur noch der Rest der Erwärmung zu geben ist.

Man ist zuweilen bestrebt, in erster Linie das Gewölbe des Streckofens zu erhitzen[7]), sodass dessen Wärmestrahlen auf das Glas wirken. Verschiedene Streckofenanordnungen findet man an den unten verzeichneten Stellen beschrieben.[8])

---

[1]) D. p. J. 1857, **143**, 466.
[2]) D. p. J. 1868, **188**, 505.
[3]) D. p. J. 1882, **243**, 375 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1866, **182**, 19 m. Abb.
[5]) Z. d. V. d. I. 1869, S. 334 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1882, **244**, 299 m. Abb.
[7]) D. p. J. 1882, **244**, 299 m. Abb.
[8]) Benrath Glasfabr., Braunschw. 1875, S. 375 u. ff. m. Abb.
D. p. J. 1839, **74**, 301; 1843, **89**, 371; 1847, **106**, 28; 1860, **155**, 102 m. Abb.

Die auf der Streckplatte liegende Trommel, Fig. 227, ist zwar verhältnismässig leicht aufzubiegen; um aber die entstehende Platte durch Andrücken auf die Streckplatte möglichst zu ebnen, muss man noch das Streckeisen oder das Bügelholz, Fig. 228, fleissig über die Glastafel hin- und herschieben. Dieses Bügelholz gleicht einem hölzernen Hammer; man setzt, wie die Figur erkennen lässt, nicht eine der Bahnen, sondern eine der Seitenflächen auf das

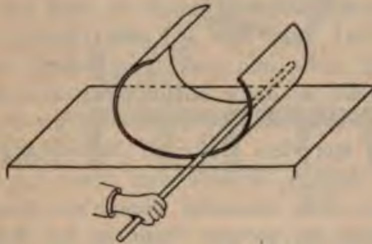


Fig. 227.



Fig. 228.

Werkstück, weil die ungleichförmige Härte der Hirnenden des Holzes streifenartige Spuren auf dem Glas hervorbringen würde. Um die Glätte noch mehr zu sichern, ist vorgeschlagen[1]), die Bügelhölzer aus mit Alaunlösung getränktem Holzstoff, der sodann gepresst wird, herzustellen.

Wesentliche Fehler, die beim Strecken entstehen, und selten ganz vermieden werden können, sind eine mehr oder weniger unebene (wellige) Fläche und Ritzen durch das Schieben auf dem Lager (Streckritze). Zur Herstellung gebogener oder bauchiger Fensterscheiben erhitzt man das flachgestreckte auf einer entsprechend gewölbten Form von Thon oder Gusseisen liegende Glas bis zum Weichwerden und drückt es mittels eines Streicheisens an. Uhrgläser werden aus geblasenen Kugeln von angemessener Grösse herausgesprengt, indem man einen glühenden eisernen Ring anhält und danach die Stelle mit Wasser betupft.

Mondglas. — Der Arbeiter nimmt die nötige Menge flüssigen Glases auf die Pfeife und bildet daraus durch Blasen und Rollen auf dem Marbel einen hohlen birnförmigen Körper, dessen Wandung überall möglichst gleiche Dicke haben muss. Er wärmt diesen unvollkommen aufgeblasenen Klumpen in dem Arbeitsloche wieder an, bringt ihn durch Rollen auf der Kante des Marbels an das äusserste Ende der Pfeife und bildet daraus durch Blasen und geschicktes Schwenken einen grossen, länglich kugelartigen Hohlkörper. Ist dieser etwas abgekühlt, so begiebt sich der Arbeiter damit nach dem Auslaufofen (einem Ofen mit sehr grossem Arbeitsloche) und hält ihn hier, unter beständigem Drehen, in die Öffnung vor das Feuer. Um diese und besonders die beim nachherigen Ausflächen des Glases erforderliche rasche Drehung leicht und mit Sicherheit bewerkstelligen zu können, befindet sich an der Ofenmauer eine eiserne Gabel, in welcher der Arbeiter die Pfeife zunächst am Glase einlegt, während er das andere Ende mit den Händen dreht. Bei diesem Drehen nun wird die längliche Kugel durch die Wirkung der Schleuderkraft an der dem Feuer zugekehrten Seite abgeplattet, wogegen der Durchmesser beträchtlich zunimmt und also die Gestalt einer in der

[1]) D. p. J. 1884, **251**, 383.

Achsenrichtung stark zusammengedrückten Birne herauskommt. In diesem Zustande nimmt man den Glaskörper vom Feuer; drückt das in flüssiges Glas getauchte Hefteisen genau auf den Mittelpunkt der vordern abgeplatteten Kreisfläche (der Peife gegenüber, aber in gleicher Richtung mit derselben) und sprengt mittels eines kalten Wassertropfens den Hals von der Pfeife ab. So an dem Hefteisen sitzend wird das Glas neuerdings vor das grosse Arbeitsloch des Auslaufofens gebracht und rasch umgedreht. Die Schleuderkraft bewirkt nun, dass sich die Öffnung des Halses ausweitet und ihr Umkreis sich mehr und mehr vergrössert, bis endlich eine flache runde Scheibe entsteht, in deren Mittelpunkt an einer dickern Stelle (Ochsenauge) das Hefteisen sich befindet. Ist die Scheibe ein wenig abgekühlt, so wird sie von dem Hefteisen losgesprengt und in den Kühlofen gebracht. Eine fertige Scheibe von etwa 1,5 *m* Durchmesser wiegt 4,5 *kg* oder mehr. Man schneidet daraus mit dem Diamant viereckige Fensterscheiben, wobei die dickere Stelle in der Mitte beseitigt wird. Das Mondglas zeichnet sich durch einen sehr starken Glanz vor dem gestreckten Tafelglase aus; dagegen hat es meist deutliche ringartige Streifen, ist oft von ungleicher Dicke und liefert beim Zerschneiden nur kleine oder mässig grosse Tafeln mit bedeutendem Abfall unbrauchbarer Stücke.

Von den Versuchen, das Blasen (das Eindrücken der Luft mittels des menschlichen Mundes) durch die Wirkung auf anderem Wege gepresster Luft zu ersetzen, wird w. u. die Rede sein.

Es verdient an dieser Stelle erwähnt zu werden, dass man vorgeschlagen hat, die Glastrommel, aus welcher durch Strecken Tafelglas erzeugt wird, durch eigenartiges Ziehen zu gewinnen.[1]) Ein in flüssiges Glas getauchter Ring soll senkrecht emporgezogen und die hierbei sich bildende Trommel inwendig und auswendig von gepresster Luft berührt werden.

Gegossenes (richtiger gewalztes) Tafelglas. Das dünn geschmolzene und gehörig geläuterte Glas wurde früher im Schmelzofen in kleinere (viereckige) Giesshäfen oder Giesswannen übergefüllt und mittels dieser zu dem Giesstisch oder dem Auswalztisch (I, 318) geschafft.[2]) Da dieses Verfahren mit manchen Unzuträglichkeiten behaftet ist, so wird statt dessen jetzt der Schmelzhafen selbst benutzt, um das Glas auf den Auswalztisch zu giessen.[3])

Die Giesstafel oder der Auswalztisch ist ein etwa 75 *cm* hoher, starker Tisch, dessen Blatt 3 bis 7 *m* lang, 1,8 bis 4 *m* breit und 10 bis 45 *cm* (einschl. der Versteifungsrippen gemessen) dick ist und meistens aus Gusseisen, seltener aus Messing oder Bronze besteht. Die Oberfläche dieses Blattes *a*, Fig. 229, ist genau eben gehobelt; man befestigt zwei Leisten *i*, die so dick sind, wie die Glastafel werden soll (6 bis 50 *mm*), in solcher Entfernung von einander auf *a*, wie die Breite der zwischen ihnen zu bildenden Rohglastafel verlangt, legt auf *i* eine schwere, genau bearbeitete Walze *b*, entleert den an einem Krahn hängenden

---

[1]) D. p. J. 1886, **262**, 15 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1847, **103**, 96, 97, **104**, 182.
[3]) D. p. J. 1857, **143**, 34.
Benrath, Glasfabr. S. 440.

Hafen *c* vor der Walze auf den Tisch, und zwar so, dass sich der Glasstrom in Zickzacklinien auf diesen legt, und rollt die Walze *b* darüber hinweg, um die Oberfläche des Glases zu ebnen, bezw. das überflüssige

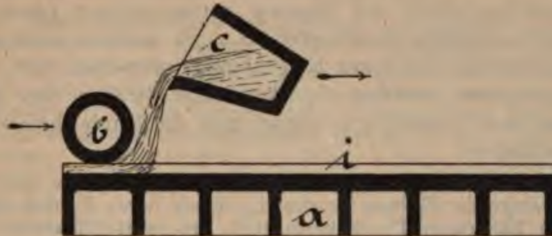


Fig. 229.

Glas weiter zu drängen. Die Auswalztafel ist unmittelbar vor dem geheizten Kühlofen (S. 831) aufgestellt und zwar so, dass die Glastafel nach stattgefundenem Auswalzen ohne Zeitverlust in den Kühlofen geschoben werden kann.

Vor dem Giessen wird der Auswalztisch durch Holzkohlenfeuer angewärmt. Während das Glas auf ihm ruht, findet eine bedeutendere Erwärmung des Auswalztisches statt, wodurch, da diese Erwärmung einseitig, auch nicht ganz gleichförmig stattfindet, Krümmungen, ja, mit der Zeit Brüche der Platte herbeigeführt werden. Man sucht die Krümmungen vielfach durch angegossene hohe Rippen zu verhindern; auch ist vorgeschlagen[1]), die Platte aus Stäben zusammenzusetzen, welche mittels Nut und Feder in einander greifen und miteinander verbolzt sind.

Auch die Walze leidet in hohem Grade durch die wechselnde Erwärmung. Man hat vorgeschlagen, die Walze zu kühlen[2]); vielleicht ist zweckmässiger, sie zu heizen, um ihr eine gleichmässige Temperatur zu geben.

Der Auswalztisch ruht auf Rädern, sodass man ihn ohne Schwierigkeit vor einen anderen Kühlofen bringen kann. Zwischen ihm und dem Kühlofen ist ein besonderer Wagen aufgestellt, welcher die Walze nach ihrer Benutzung aufnimmt und deren rasche Beseitigung ermöglicht. Es wird sodann die entstehende Lücke durch eine Platte überbrückt und hierauf die gegossene Glasplatte möglichst rasch in den Kühlofen geschoben. Hierzu bedient man sich einer Krücke, welche z. B. wie folgt eingerichtet ist. In Fig. 230 bezeichnet *a* den Auswalztisch, *d* die erzeugte Glasplatte. Man hebt den vom Kühlofen abgewendeten, also kältesten Rand des Glases ein wenig empor, legt den u-förmigen Eisenstab *e* an, welcher mit dem Stiel *f* die Krücke bildet, und schiebt, indem an einen kräftigen Querarm des Stieles *f* mehrere Männer greifen, das Ganze dem Ofen zu.



Fig. 230.

Selten gelingt ein Guss so vollkommen, dass man ihn in der ganzen Grösse gebrauchen kann; meist muss, wegen vorhandener Blasen, Körner, Flecken u. s. w. die Platte in mehrere Teile (mit dem Diamant) zerschnitten werden.

---

[1]) D. p. J. 1885, **257**, 448.
[2]) D. p. J. 1863, **169**, 424 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1864, S. 451 m. Abb.

Da die auf vorbeschriebenem Wege gewonnenen Glastafeln immer eine gewisse, nicht selten bedeutende Rauhigkeit zeigen, so werden sie meistens durch Schleifen (s. w. u.) geglättet, in Spiegelglas verwandelt. Jedoch verwendet man auch das Rohglas in ungeschliffenem Zustande (in welchem Falle der Glassatz geringwertiger genommen wird) zu Kellerfenstern, Deckenlicht-Fenstern u. s. w. Alsdann wird meistens der Auswalztisch oder die Walze mit Eingrabungen versehen, welche erhabene Linien (Längsstreifen, schräge, sich kreuzende Streifen oder andere Verzierungen) auf der Glasplatte erzeugen und die Ungleichmässigkeit ihres Aussehens verdecken.

Es ist der Vorschlag gemacht worden, das Glas zwischen zwei wagerechte nebeneinander liegende Walzen zu giessen, durch deren Umdrehung es unten in Gestalt einer hängenden Platte heraustritt; ein zweites Walzenpaar soll diese Platte ferner verdünnen und strecken, worauf sie sofort durch einen Spalt der Kühlofendecke in den Kühlofen gelangt und darin hängend gekühlt wird. Die Walzen befinden sich in einem auf dem Kühlofen fortzufahrenden Wagen, damit mehrere Glastafeln nacheinander aus demselben Hafen gegossen werden können.[1]

Dem haben sich verschiedene ähnliche, aber in der Durchbildung abweichende Vorschläge angeschlosssen.[2] Bisher sind aber diese Bestrebungen ohne Erfolg geblieben. Simon[3] will den, dem angedeuteten Verfahren anhaftenden Übelständen dadurch abhelfen, dass das untere Walzenpaar sich erheblich rascher dreht als das obere, sodass zwischen den Walzen ein Ausziehen der Glastafel eintritt, demzufolge die Flächen glatt werden sollen. Damit die unteren Walzen keinen eigentlichen Druck auf das Glas auszuüben haben, sind ihre Oberflächen mit wulstförmigen Erhöhungen versehen, welche gleichlaufend mit den Achsen liegen und die hängende Platte nur erschüttern, sodass die Schwere derselben vorwiegend das Ziehen zu bewirken hat, die Walzen nur regelnd helfen.

Anderseits ist vorgeschlagen, Glasplatten durch eigentliches Giessen zu erzeugen. Die auf Wagen ruhenden Formen werden in einem Raume, welcher zeitweise auf Rotglut erhitzt wird, mit entsprechend dünnflüssigem Glase gefüllt und dann dem Kühlkanal zugeführt.[4]

Tafelglas überhaupt, d. h. sowohl Fenster- als Spiegelglas, kommt in sehr verschiedenen Grössen vor, dabei mit verschiedenem Verhältnisse zwischen Länge und Breite, ebenso in verschiedener Dicke. Aus dem Obigen ist zu entnehmen, dass Mondglas nicht in Tafeln von bedeutender Grösse dargestellt werden kann. Was das gestreckte Tafelglas im besonderen betrifft, so unterscheidet man die Tafeln desselben nach dem Verhältnis der Länge zur Breite in folgende Gattungen:

Butte oder Quadrate (□□), ebenso lang als breit;
Gevierte (▭), auch wohl Quadrate genannt, ein geringes mehr lang als breit;
Ordinäre, mittlere (◯), $1^1/_4$ bis $1^1/_3$mal so lang als breit;
Hohe (△), ungefähr $1^1/_2$mal so lang als breit;
Lange, etwa $1^3/_4$mal so lang als breit.

Der Verkauf geschieht nach dem Bund oder Schock: von den grössten Tafeln 1 Stück für 2 Bund, $1^1/_2$, 1 oder $^2/_3$ Bund gerechnet: die übrigen Arten enthalten von 2 bis 40, 50 oder 60 Stück im Bund (Schock), desto mehr, je kleiner die Tafeln sind. Gebräuchliche Dicken sind:

dünn oder $^7/_8$ stark, ungefähr 1,5 *mm* dick, 1 Bund 5 bis 5,25 *kg* wiegend,

[1] Polyt. Centralbl. 1854, S. 803.
[2] D. p. J. 1889, **274**, 247 m. Abb.
[3] D. p. J. 1889, **274**, 249 m. Abb.
[4] D. p. J. 1889, **273**, 134 m. Abb.

ordinär-stark, mittelstark oder $^4/_4$ stark, etwa 2 *mm* dick, 6,75 bis 7 *kg*,
$^5/_4$ stark, etwa 2,5 *mm*, 8 bis 8,5 *kg*,
$1^1/_2$- oder $^6/_4$ stark, 3 *mm*, 9,5 bis 10 *kg*,
doppelt-stark, 3,5 *mm*, 11,25 bis 12,25 *kg*.

Für die verschiedenen Gestalten (Quadrat, hoch) bleibt das Gewicht der Arten unverändert, da die Flächeninhalte der Tafeln sehr nahe gleich sind: doch gelten die vorstehenden Gewichte von 1 Bund nur für die gebräuchlichsten mittleren Arten (namentlich 6 bis 12 Stück im Bund); von den grossen wiegt das Bund weniger, von den kleinen mehr als angegeben. Das Gewicht von 1 Quadratmeter kann man durchschnittlich annehmen bei $^7/_8$ Stärke zu 3,25 *kg*, $^4/_4$ Stärke 4,45 *kg*, $^5/_4$ Stärke 5,3 *kg*, $^6/_4$ Stärke 6,25 *kg*, $^8/_4$ Stärke 7,5 *kg*.

Geblasenes deutsches Spiegelglas wird, was die Grösse betrifft, in zwei Klassen unterschieden: Judenmassgläser von feststehenden Abmessungen (einfach Judenmass 268 *mm* lang, 216 *mm* breit; doppelt Judenmass 432 *mm* lang, 268 *mm* breit) und Zollgläser, deren ungemein wechselnde Länge und Breite nach Zollen — brabanter, englisch oder französisch — neuerdings nach Centimetern angegeben wird (1 Zoll Brabanter = 25,07, englisch 25,4, französisch 27 *mm*).

Englische Fabriken liefern das Walzenglas in 6 Stärken:

No.	dick	Gewicht von 1 *qm*	
16	1,9 *mm*	4,88 *kg*	
21	2,5 „	6,40 „	
26	3,1 „	7,93 „	
32	3,8 „	9,76 „	besonders dicke Arten;
36	4,3 „	10,98 „	
42	5,0 „	12,81 „	

das Mondglas in gewöhnlicher Stärke (etwa 1,4 *mm*) 3,66 *kg* das *qm*, und extrastark (ungefähr 2,1 *mm*) zu 5,49 *kg*. Die Tafeln des Walzenglases haben bis 1,65 *m* Höhe bei 81 *cm* Breite, oder 1,52 *m* Höhe bei 1,02 *m* Breite; jene des Mondglases bis 86 *cm* Höhe bei 46 *cm* Breite, oder 79 *cm* Höhe bei 53 *cm* Breite.

B. Hohlglas. — Bei der Verfertigung der Hohlglaswaren kommt es im wesentlichen darauf an, die an die Pfeife genommene Glasmasse zur gehörigen Grösse aufzublasen, und diesem hohlen Glaskörper teils durch verschiedentliches Schwenken und durch das Rollen auf dem Marbel, teils mit Hilfe besonderer Werkzeuge jene Gestalt zu geben, welche das Gefäss erhalten soll. Dabei ist es, weil die Bearbeitung einige Zeit dauert, durchaus nötig, das Glas wiederholt in dem Arbeitsloche des Schmelzofens anzuwärmen, damit es stets rotglühend bleibt und den gehörigen Grad von Weichheit und Bildsamkeit behält. Nicht selten muss man, um zum Zwecke zu gelangen, einen oder den andern Teil des Gegenstandes vorzugsweise heiss machen, damit er mehr als das übrige beim Blasen sich ausdehnt und verdünnt. Die Hauptwerkzeuge, welche zur Anwendung kommen, sind — nebst der Pfeife, dem Hefteisen und dem Marbel — folgende: Der Glasmacherstuhl, ein hölzerner, 1,2 bis 1,5 *m* langer Schemel mit zwei erhöhten geraden Leisten gleich den Armen eines Lehnstuhles. Der Glasmacher legt die Pfeife oder das Hefteisen, woran ein auszuarbeitendes Gefäss sich befindet, quer vor sich auf die beiden Arme (zwischen welchen er sitzt) und bewirkt durch Streichen mit der linken Hand eine Drehung um die Achse, während er mit der Rechten die erforderlichen Werkzeuge zur Ausbildung des Glases ge-

braucht. — Die Auftreibschere, Zwinkerschere, Fig. 231, von Eisen gemacht, einer Schafschere ähnlich, aber mit schmalen und nicht schneidigen Blättern versehen. Indem der Arbeiter diese Schere mit der Hand zusammendrückt und in die Öffnung des am Hefteisen sitzenden, in Umdrehung begriffenen Glases einführt; dann durch allmähliches Nachlassen des Drückens den Blättern gestattet, weiter auseinander zu gehen,

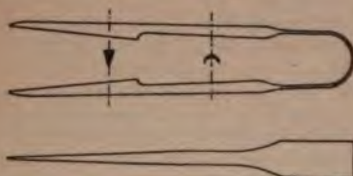


Fig. 231.

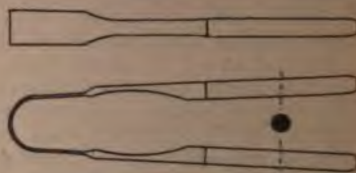


Fig. 232.

bewirkt er eine angemessene Erweiterung dieser Öffnung. Die inneren Kanten der Blätter dienen dazu, um an einem zwischen dieselben gebrachten Glaskörper — welcher während begrenzten Zudrückens der Schere um seine Achse gedreht wird — eine Einschnürung zu erzeugen. — Die hölzerne Auftreibschere, Fig. 232, welche statt der zugespitzten eisernen Blätter zwei stumpfe walzenförmige Holzstäbchen besitzt und teils so wie die vorige, teils dergestalt gebraucht wird, dass man die Wand des in Umdrehung begriffenen Glasgefässes zwischen die hölzernen Schenkel der Schere fasst und durch deren Bewegung beliebig ausschweift oder krümmt (I, 306). — Die Abschneidschere, eine gewöhnliche mittelmässige Schere, um Teile des weichen Glases damit wegzuschneiden. — Das Bödeneisen, Plätteisen, Richteisen, Streicheisen, oder Ausstreicheisen, Fig. 233, eine flache Eisenplatte, welche man an den Boden der Gefässe hält, um ihn flach zu machen, und womit auch nach Erfordernis die Seitenwandung flach- und glattgestrichen sowie gleich anfangs das mit der Pfeife aus dem Hafen genommenen Glas nach dem Ende der Pfeife hinabgestrichen und zugerundet wird. Der Stiel dieses Werkzeuges ist von solcher Gestalt, dass er gebraucht werden kann, um Flaschenböden u. dgl. in der Mitte einwärts zu drücken. — Formen verschiedener Art, von gebranntem Thon, (benetztem) Holz, Gusseisen, Messing, um darin die hohlen Glaskörper aufzublasen, oder hineingegebene Glasmasse in bestimmte Gestalt zu pressen. Die Anwendung solcher Formen findet namentlich statt: 1) wenn die Gestalt der Gefässe eine solche ist, dass sie durch Handarbeit nicht oder doch nur mit grösserem Zeitaufwande hervorzubringen sein würde; 2) wenn die äussere Oberfläche mit erhabenen Verzierungen (z. B. Rippen, Streifen, Aufschriften u. dgl.) versehen sein muss; 3) wenn Gefässe von einfacher Gestalt (wie Flaschen) von genau

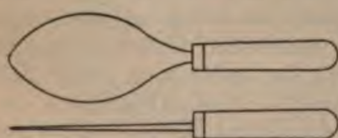


Fig. 233.

vorgeschriebener gleicher Grösse und übereinstimmenden Abmessungen angefertigt werden müssen.

Bei der Verfertigung des Hohlglases arbeiten in der Regel drei Personen zusammen: der Anfänger, welcher das Glas mit der Pfeife aus dem Schmelzhafen nimmt und es aufbläst; der Fertigmacher, welcher das halbfertige Stück übernimmt, um es zu vollenden; und ein Hüttenjunge, welcher mit einer langstieligen eisernen Gabel (Eintraggabel) die Ware nach dem Kühlofen trägt. Oft kommt aber noch ein zweiter Bläser und ein zweiter Junge hinzu, sodass dann die Rotte oder Kompanie aus fünf Personen besteht. Bei Gegenständen, welche nicht in Formen gemacht werden, und zu deren richtiger Ausführung auch das Augenmass nicht genügt, muss man die erforderlichen Abmessungen durch Anlegen des Zirkels, des Massstabes oder einer Lehre zustande bringen. Zum Kühlen werden die Gegenstände in liegende Kühlhäfen (Kühltöpfe) gesetzt, welche aus Thon gemacht und gebrannt, an Gestalt den Schmelzhäfen ähnlich, aber viel dünner in der Wand sind, oder in Kühlöfen (S. 831) gebracht.

a. Zur Erläuterung des Verfahrens bei der Erzeugung geblasenen Hohlglases mögen folgende Beispiele dienen.

Verfertigen einer gewöhnlichen Flasche. Man bewirkt, indem man die an die Pfeife genommene Glasmasse auf dem Marbel rollt, dass dieselbe ganz an das äusserste Ende der Pfeife gelangt und eine birnförmige Gestalt annimmt. Dann wird dieselbe zu einem birnförmigen Hohlkörper aufgeblasen, an welchem man den obern Teil zu verlängern und in der zur Bildung des Halses erforderlichen engen Gestalt zu erhalten trachtet, indem man die Pfeife senkrecht hält und das Glas sich mehr oder weniger senken lässt. Diesen Körper bringt man, frisch angewärmt, in die Form, und bläst ihn darin vollständig auf, wodurch er deren Gestalt und Grösse annimmt.

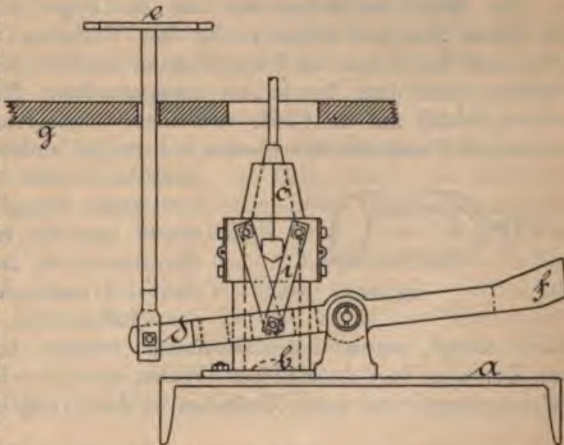


Fig. 234.

Für gewöhnliche Flaschen wird die Klappform, welche fast immer aus Eisen gefertigt ist, verwendet. Fig. 234 zeigt eine häufig vorkommende Anordnung derselben. Auf einer Grundplatte *a* ist der Teil *b* der Form befestigt, welcher die untere, etwas verjüngte Hälfte der Flasche aufzunehmen hat. Mit ihm sind zwei Formhälften *c* durch Gelenke verbunden; sie umschliessen den oberen Flaschenteil und werden mittels 4 Stangen *i* durch den Hebel *d* zur Seite geklappt oder geschlossen. Der rechts belegene Teil des Hebels *d* ist bei *f* derartig schwerer

als der links liegende, dass die Formhälften c stets umgeklappt sind, wenn man sie nicht durch einen Druck auf e zusammendrückt. Der Glasmacher steht auf dem Fussboden g, bildet hier die Flasche, wie beschrieben, aus und senkt sie sodann in die unter dem Fussboden befindliche offene Form, tritt auf e, um die Form zu schliessen und bläst die Flasche fertig. Da sich an den Fugen der Form Grate bilden würden, so wird die Flasche in der Form etwas gedreht. Nach dem Fortnehmen des Fusses öffnet sich die Form selbstthätig, sodass die Flasche ohne Umstände herausgenommen werden kann. Um das Anhaften des Glases an den Formwänden zu verhüten, wird die Flasche mit Fett angestrichen, oder ein Strohhalm eingeworfen, welchen das heisse Glas verbrennt, sodass der entstehende Russ die Formwand bedeckt.

Vielfach öffnet sich die obere Form in wagerechter Ebene, d. h. die Formhälften sind um eine senkrechte Achse drehbar[1]); an einer derartigen Klappform sind die beweglichen Teile mit innerem Gewinde versehen, sodass an dem Flaschenhals ein äusseres Gewinde ausgebildet wird.[2]) Um der Flasche in der Form keine erhebliche senkrechte Verschiebung zuzumuten, wird bei dem Zuklappen der Form gleichzeitig der Formboden gehoben.[3]) Es ist auch vorgeschlagen, solche Gegenstände, welche wie die gewöhnlichen Flaschen in der Form gedreht werden, in Formen mit durchbrochenen Wänden fertig zu blasen, um die Abkühlung der letzteren zu fördern.[4])

Der bequemeren Herstellung der Formen halber ist empfohlen, sie aus einer Legierung von 100 Teilen Eisen mit 10 bis 25 Teilen Nickel oder Kobalt zu verfertigen.[5]) Flaschen mit erhabener Schrift oder irgend welchen Verzierungen, sowie unrunde Flaschen, können natürlich in der Form nicht gedreht werden, sodass man die an den Fugen der Formen entstehenden Grate oder Nähte zulassen muss. Letztere sind gering, wenn die Form genau gearbeitet ist, und fallen weniger auf, wenn man die Teilungsfugen an etwaige Kanten der Flasche (z. B. bei vierkantigen Flaschen) legt.

Wenn Erhabenheiten auf der Aussenfläche der Flasche entstehen sollen, so enthält selbstverständlich die Form entsprechend gestaltete Vertiefungen. Um nun sicher zu sein, dass die Luft aus diesen Vertiefungen rasch entweicht, ohne dem Eindringen des Glases Widerstand entgegenzusetzen, muss die Formwandung durchbohrt sein.

Die Mitte des Bodens der aus der Form gehobenen Flasche wird mit etwas flüssigem Glase so an dem Hefteisen befestigt, dass dessen Achse mit der Achse der Flasche zusammenfällt und dann letztere durch Berühren mit dem Rande des nassgemachten Streicheisens und einen leichten Schlag auf die Pfeife von dieser abgesprengt (oder auch die abgesprengte Flasche in eine eiserne, erstere gut umfassende Hülse (Fig. 235) gesteckt, welche mit einer das Hefteisen ersetzenden Stange behaftet ist). Ferner taucht man ein eisernes Stäbchen (Fadeneisen) in das geschmolzene Glas, zieht ein wenig davon heraus und bildet, indem man es an das Ende des Halses anlegt, einen dicken Glasfaden, welcher, rund um den Hals gewunden, den dort befindlichen Wulst erzeugt. Der scharfe Rand der Halsmündung wird durch Einhalten in das Arbeitsloch des Ofens rundlich

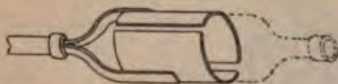


Fig. 235.

[1]) Verhandl. d. Gewerbfleissvereins 1890, S. 85 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1854, **131**, 173 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1881, **240**, 117 m. Abb.; 1882, **244**, 300 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1881, **240**, 117 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1886, **259**, 195.

verschmolzen; und endlich löst man das Stück, durch einen angemessenen Schlag auf das Hefteisen, von diesem ab. — Soll das Ende des Halses (der Kopf) einen sehr regelmässig gebildeten Wulst bekommen, so bearbeitet man ihn mittels der Flaschenkopfschere, Fig. 236 und 237, welche, gleich einer Schafschere, durch ihren elastischen Bügel stets geöffnet zu bleiben strebt, an den Enden zwei eiserne Rollen und zwischen diesen einen verjüngten Zapfen trägt. Letzteren steckt der Arbeiter ins Innere des Halses, worauf er durch Zusammendrücken der Schere die Rollen von aussen anpresst und zugleich die Flasche mittels des an ihr sitzenden Hefteisens oder der Hülse umdreht. Der innere Zapfen giebt dem Flaschenhalse hierbei eine ganz bestimmte Weite.

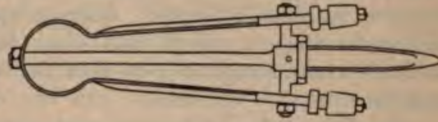


Fig. 236.



Fig. 237.

Zuweilen zieht man vor, den Zapfen ausdehnbar zu machen, um verschiedene Halsweiten zu erzeugen, auch statt der Rollen feste Backen zu verwenden.[1]) Es werden auch die Rollen nebst deren Bügel um die Achse des Zapfens drehbar gemacht, sodass die Innengestalt des Halses sich dem nicht glatt runden Zapfen anschliessen kann.[2])

Andere gefässförmige Hohlglasware (z. B. die Behälter der Erdöllampen) werden ähnlich wie die Flaschen behandelt, wobei die Formen zuweilen eigenartige Einrichtungen erhalten.[3]) Die Formen für bauchförmige Lampen-Zuggläser sind meistens ohne Böden.

Um ein becherförmiges Trinkglas darzustellen, nimmt der Anfänger mit der Pfeife die erforderliche Menge Glas aus dem Hafen, bläst dasselbe birnförmig auf, macht es durch Rollen auf dem Marbel walzenförmig, und giebt dem Boden durch Aufdrücken auf den Marbel (wobei die Pfeife eine senkrechte Stellung hat) die flache Gestalt. Die weitere Bearbeitung, welche in der Ausbildung der Seitenwand und besonders der Mündung besteht, und von dem Fertigmacher vorgenommen wird, kann nicht stattfinden, solange das Glas an der Pfeife sitzt. Man sprengt daher dasselbe, nachdem es in dem Mittelpunkte seines Bodens an das mit etwas Glasmasse versehene Hefteisen angeklebt worden ist, von der Pfeife ab; legt das Hefteisen auf die Arme des Glasmacherstuhles, giebt dem Glase durch Rollen des Hefteisens eine drehende Bewegung, beschneidet dabei nötigenfalls den Rand, und giebt mittels der Auftreibschere der Öffnung die erforderliche Weite, der Seitenwand die

[1]) D. p. J. 1863, **168**, 15 m. Abb.

[2]) Für Innengewinde: D. p. J. 1879, **233**, 217 m. Abb.; 1889, **273**, 136 m. Abb.
Für Aussengewinde: D. p. J. 1886, **259**, 53; 1887, **263**, 66 m. Abb.
Für inneren sogen. Bajonettverschl.: D. p. J. 1881, **240**, 115 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1889, **273**, 135 m. Abb.

gerade Gestalt, sowie dem Rande die etwa gewünschte Ausschweifung. Die erste Bearbeitung geschieht mit der eisernen, die Vollendung mit der hölzernen Auftreibschere, durch welche letztere das Glas den Glanz erhält. — Soll der Boden oder überhaupt der untere Teil des Glases mit Rippen u. dgl. verziert werden, so bewerkstelligt man das Aufblasen desselben in einer hölzernen, eisernen oder messingenen Form von entsprechender Gestalt. Will man einen Henkel anbringen, so wird dieser mit Hilfe einer Zange u. s. w. aus der weichen Glasmasse gebildet und angesetzt.

Ein Weinglas (Fussglas) wird aus zwei Stücken zusammengesetzt. Der an die Pfeife genommene Glasklumpen wird allmählich dergestalt aufgeblasen, dass der grösste Teil desselben, zunächst der Pfeife, länglich eiförmig und hohl ausfällt, am Ende aber ein voller Zapfen bleibt, Fig. 238, welcher nachher den Stiel (den dünnen Teil des Fusses) bildet. Der letztgenannte Teil wird oft ebenfalls ausgehöhlt, wenn er von etwas beträchtlichem Durchmesser ist. Diese (an sich unwesentliche) Aushöhlung des Stieles bringt man auf folgende Weise hervor. Man sticht mit einer geraden Ahle (dem Einstecher) ein ziemlich tiefes Loch mitten


Fig. 238.


Fig. 239.


Fig. 240.


Fig. 241.

in den vollen Zapfen und schiebt nachher sogleich einen grünen Baumzweig in dieses Loch. Die Feuchtigkeit des Holzes verdampft und bläht das Glas so auf, dass eine birnartige Höhlung entsteht, deren weiter Teil bis nahe an die durch das Blasen erzeugte Haupthöhlung reicht, und von dieser durch eine Glasschicht (den Boden des künftigen Glases) getrennt bleibt, Fig. 239. Der scheibenförmige Fuss wird gebildet, indem man an den Stiel eine gehörige Masse weichen Glases ansetzt, und dieser durch zweckmässiges Anhalten der hölzernen Auftreibschere, während das Glas mit der Pfeife auf dem Glasmacherstuhle gegreht wird, die richtige Gestalt giebt. Die nächste Arbeit ist nun, das Glas in der Mitte des Fusses an dem Hefteisen zu befestigen, Fig. 240, dagegen es von der Pfeife (durch ein Schlag auf letztere) abzusprengen, den Rand mit der Schere zu beschneiden, und schliesslich mittels der

Auftreibscheren den Körper zur Kelchgestalt zu erweitern, sodass das durch Fig. 241 dargestellte Glas entsteht. — Soll der Stiel und der Fuss des Glases dünn und zart ausfallen, so befolgt man nachstehendes Verfahren: Der Arbeiter nimmt etwas Glasmasse an die Pfeife, rollt sie auf dem Marbel und bläst sie birnförmig auf, sodass das der Pfeife entgegengesetzte Ende dünn und halbkugelig wird. Ein Gehilfe bringt dann an einem Eisenstabe etwas Glasmasse, heftet sie an den erwähnten gewölbten Boden des aufgeblasenen kleinen Hohlkörpers an, und der erste Arbeiter bildet dieselbe, unter Drehen auf den Armen des Glasmacherstuhles, mittels der Schere zur Gestalt des Stieles aus. Der Gehilfe hat indessen an einer zweiten Pfeife einen kleinen kugelförmigen Hohlkörper geblasen, und heftet nun diesen an den Stiel, löst aber dann sogleich durch einen schwachen Schlag auf seine Pfeife diese letztere wieder ab. Dadurch erhält die dem Stiele angefügte Hohlkugel gegenüber dem Stiele selbst eine Öffnung, welche der erste Arbeiter mittels der Auftreibschere unter abermaliger Drehung so erweitert, dass die Kugel sich in eine nur wenig vertiefte Scheibe (den Fuss des Glases) verwandelt. Nunmehr nimmt ein anderer Arbeiter das Glas am Mittelpunkte der untern Bodenfläche mit einem Hefteisen auf, wonach es in vorstehender Weise von der Pfeife abgesprengt und fertiggemacht (I, 306) wird.

Da in den angeführten und allen sonstigen Fällen, wo ein Befestigen des Glaskörpers an dem Hefteisen stattfindet, letzteres eine unangenehme Spur durch etwas zurückbleibende Glasmasse hinterlässt, so wird oft, um diesen Übelstand zu vermeiden, das Einklemmen des Gefässes in eine Art zwei- oder vierlappiger Zange oder federnder Hülse (S. 844), welche am Ende eines längeren Stieles sitzt, vorgezogen.

Glasröhren von allen Durchmessern werden auf die Weise erzeugt, dass man eine Glasmasse an der Pfeife durch Blasen und Rollen zu einer hohlen Walze bildet; an das der Pfeife entgegensetzte Ende eine zweite Pfeife oder ein Hefteisen mittels einer kleinen Menge weichen Glases befestigt, und endlich die Walze in die Länge zieht, zu welchem Behufe zwei Arbeiter, welche die Pfeifen halten, mit raschen Schritten sich voneinander auf 20 bis 30 *m* und mehr entfernen. Glasstäbe entstehen auf dieselbe Weise, nur dass dabei das vorläufige Aufblasen der Glasmasse unterbleibt und die volle Walze ohne weiteres in die Länge gezogen wird. Sowohl Röhren als Stäbe können vierkantig, dreikantig u. s. w. dargestellt werden, wenn man dem Glaskörper vor dem Ausziehen, durch Abplatten auf dem Marbel oder mittels des Ausstreicheisens (S. 842), diese Gestalt giebt. — Zur Verfertigung weiter und dicker Glasröhren (gläserner Wasserleitungsröhren) in Formen sind eigene Einrichtungen angegeben worden[1]), an deren Brauchbarkeit man zweifeln darf.

Die Glasfabriken berechnen die Menge der Hohlglaswaren oft auf eine eigentümliche und ohne Erläuterung unverständliche oder leicht irreführende Weise, nämlich nach dem Hüttenhundert von 100 Hüttenstück, welche aber bei kleinen Gegenständen mehr, bei grossen weniger als 100 wirkliche Stück betragen. Beispielsweise zählt man auf ein Hüttenhundert nachstehender

---

[1]) D. p. J. 1846, **99**, 353 m. Abb.; 1857, **143**, 43 m. Abb.

Gegenstände: kleine Becher und Salzfässer 200; grössere Becher und Salzfässer, minderwertige Wein- und Branntweingläser, weisse Branntweinflaschen von $^1/_4$ *l* Inhalt 150; ganz kleine Henkelgläser 133$^1/_3$; grosse, schwere oder feine Wein- und Branntweingläser, grosse, schwere oder feine Biergläser und Becher, mittelgrosse Henkelgläser 100; grosse, schwere Bierkrüge von $^3/_8$ *l* Inhalt 66$^2/_3$; Einmachgläser (Zuckerhäfen) von $^1/_4$ *l* 200, von $^1/_2$ *l* 150, von $^3/_4$ *l* 100, von 1 *l* 80, von 1$^1/_2$ *l* 66$^2/_3$; Milchschalen: 20 *cm* Durchmesser 100, 22 *cm* 66$^2/_3$, 25 *cm* 50; Butterglocken samt Teller: 12 *cm* Durchmesser 66$^2/_3$, 13 *cm* 50, 14 *cm* 40, 16 *cm* 33$^1/_3$; Wein- und Wasserflaschen nach Grösse 25 bis 100 Stück; wonach in diesen Fällen 1 wirkliches Stück als $^1/_2$ bis 4 Hüttenstück gilt.

Der Abgang oder Verlust bei der Glaswarenverfertigung ist von doppelter Art. Zuerst entsteht beim Schmelzen eine Gewichtverminderung (durch Verflüchtigung von Alkali, Kohlensäure u. s. w., Entfernung der Glasgalle, Überlaufen oder Auslaufen der Schmelzhäfen); dieser Schmelzverlust kann, von aussergewöhnlichen Fällen abgesehen, bei geringen Glasgattungen auf 20 bis 25 und selbst 30%, bei feinen auf 12 bis 20% vom Gesamtgewicht der Rohstoffe veranschlagt werden. Zweitens fällt ein gewisser Teil der fertig geschmolzenen Glasmasse bei der Verarbeitung dadurch ab, dass Glas an den Pfeifen zurückbleibt, der Inhalt der Schmelzhäfen nicht völlig aufgearbeitet werden kann, manche Stücke zerbrechen, u. s. w.; der Betrag hiervon dürfte durchschnittlich zu etwa 25% anzunehmen sein, steigt bei Anfertigung kleiner Ware wohl bis 30%, bleibt dagegen bei grosser Arbeit erheblich unter jener Mittelzahl. Das meiste dieses Abganges wird gesammelt und wieder eingeschmolzen. Im grossen Durchschnitte gehen also aus 100 *kg* rohen Glassatzes unmittelbar ungefähr 55 bis 60 *kg* Ware hervor.

Das Blasen mittels des Mundes ist eine sehr angreifende Beschäftigung; es sind daher manche Einrichtungen, bezw. Verfahren vorgeschlagen und im Gebrauch, welche den Zweck haben, dieses Blasen ganz oder teilweise entbehrlich zu machen. Dahin ist zu rechnen: das w. o. beschriebene Auswalzen des Glases, sowie das noch anzuführende eigentliche Pressen des Glases. Einige andere denselben Zweck verfolgende Mittel sollen hier erwähnt werden.

Sehr alt ist das Verfahren, ein wenig Wasser durch die Pfeife in den Hohlraum des geblasenen Glases zu geben und sofort den Daumen auf die Pfeifenmündung zu drücken: die Spannung der entstehenden Wasserdämpfe wirkt dann ebenso wie der Druck der eingeblasenen Luft. Besser zu regeln ist der Druck, welcher durch gepresste Luft ausgeübt wird, die ein Gebläse oder eine Pumpe liefert.[1]) Es wird angegeben[2]), dass ein Arbeiter auf einige Dauer nur einen Überdruck von 0,15 Atmosphären erzeugen könne, im Mittel aber nur 0,005 bis 0,03 Atmosphären hervorbringe, dass man aber mit Pressluft am günstigsten arbeite, wenn sie für Kristall- und Fensterglas 0,18, weisses Glas zu Hohlware oder Halbkristall 0,2, Flaschenglas 0,25 Atmosphären oder ebensoviel *kg* auf 1 *qcm* Überdruck habe. Ashley's Verfahren[3]) soll für einfache Hohlware dem Arbeiter nur die Beschickung und Beaufsichtigung der betreffenden Maschine übrig lassen.

b. Gepresstes Hohlglas. — Hohlglaswaren mit erhabenen Verzierungen durch Blasen in Formen zu erzeugen, ist im allgemeinen ein schon lange bekanntes und ausgeübtes Verfahren; aber es war der neuesten

---

[1]) D. p. J. 1832, **46**, 406 m. Abb.; 1881, **240**, 116 m. Abb.; 1883, **247**, 449 m. Abb., **249**, 93; 1889, **273**, 135 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1884, **253**, 448 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1889, **273**, 133.
Verhandlungen des Gewerbfleissvereins 1890, S. 86 m. Abb.

Zeit vorbehalten, hierin den höchsten Grad von Vollkommenheit zu erreichen, wodurch äusserst geschmackvolle und reiche Arbeit jetzt dargestellt wird. Die Formen dazu werden meist aus Messing oder Gusseisen gemacht, kunstvoll ausgearbeitet, und bestehen aus zwei oder mehreren Teilen. Gegenstände mit tiefer Höhlung und enger Mündung werden in diesen Formen mittels der Glasmacherpfeife aufgeblasen, wobei man — da das Glas gewöhnlich eine bedeutende Dicke hat, demnach die Lunge des Arbeiters nicht Kraft genug ausüben könnte — entweder mittels eines Blasbalges oder einer Druckpumpe oder dgl. (s. w. o.) Luft durch die Pfeife einpresst; oder ein wenig Wasser in die Pfeife bringt, welches darin verdampft, worauf — während die Mundöffnung mit dem Daumen verschlossen wird — der Dampf das Glas ausdehnt. Tiefe Stücke von nicht bauchiger Gestalt und mit weiter Öffnung (Kännchen, Becher u. dgl.) sind auf die Weise darzustellen (I, S. 283), dass man die Form mit flüssigem Glase unvollständig füllt, dann ein Mittelstück — einen Kern — hineindrückt, welcher die Höhlung erzeugt und die Masse nötigt, zur Ausbildung der Wand bis oben hinaufzusteigen.[1]) Dabei bedient man sich einer Schraubenpresse, deren Spindel den Kern herunter- und auch zurück hinaufführt, während die Form selbst auf einer eisernen Platte steht, welche auf einer etwa 70 *cm* langen Eisenbahn unter der Presse hinein- und nachher wieder herausgeschoben wird.

Manche becherförmig gepresste Stücke werden nachträglich — nachdem man sie durch Einhalten in den Glasofen stärker angewärmt hat — noch auf dem Glasmacherstuhl mittels der hölzernen Auftreibschere nach Schalenart ziemlich erweitert oder am Rande ausgeschweift. — Alle in Formen gefertigte verzierte Ware kommt unter dem Namen gepresstes oder gegossenes Glas vor, wenn sie auch durch Blasen erzeugt ist.

Gepresste Verzierungen übertreffen sehr häufig die geschliffenen an kunstvoller Zeichnung, und sind sehr viel wohlfeiler als jene; es fehlt ihnen aber die Schärfe der Kanten und Ecken, sowie die spiegelglatte feinglänzende Oberfläche, welche die geschliffene Arbeit zu ihrem Vorteile auszeichnet. Diese Unvollkommenheiten, zu welchen sich noch eine andere, nämlich die leichte Zerbrechlichkeit — besonders des mit feinen rautenförmigen (den sogenannten Brillantschliff nachahmenden) Spitzen verzierten gepressten Glases — gesellt, werden bei neueren Erzeugnissen dieser Gattung grösstenteils dadurch vermieden, dass man mehr solche Formen anwendet, durch welche die Aussenseiten der Gläser gestreifte und breite schlichte Flächen erhalten, diejenige Art des Schliffes nachahmend, welche man geschält nennt. Bei diesem Verfahren kommen die Gläser meist schon aus der Form mit spiegelglatt glänzender Oberfläche, welche nötigenfalls durch geringes Nachschleifen, oft allein durch Polieren, den höchsten Grad der Vollkommenheit erlangt. Überhaupt werden grössere glatte Flächen, desgleichen glatte Ränder, regelmässig durch Schleifen ausgebildet.

C. Volle gepresste Glasware. Ebenso wie man durch Eindrücken eines Kernes das flüssige Glas in den Hohlraum einer Form zwingt, um aus ihm Hohlware zu machen, wird dasselbe in Gesenken durch „Pressen" zu vollen Gegenständen (Messerböcke, Flaschenstöpsel, Stöpselknöpfe, Teller u. dgl.) gestaltet.

---

[1]) D. p. J. 1855, **138**, 89 m. Abb.

Man bedient sich hierzu einer Schrauben- oder auch einer Hebelpresse; die Werkzeuge sind im übrigen den Schmiedegesenken (S. 217) sehr ähnlich, meistens zweiteilig, nach Erfordernis auch mehrteilig. Um den gepressten Sachen mehr Glanz zu geben, als sie durch Abklatschen der Pressformwandung erhalten (vgl. I, 327), hält man dieselben mittels eines Hefteisens einige Minuten in den Glasofen. Sonst wird die erforderliche Glätte durch Schleifen bezw. Feinschleifen (s. w. u.) gewonnen, wie auch das Schleifen zur Beseitigung des entstehenden Grates dient.

Man nennt auch dieses gepresste Glas (unrichtig) gegossenes; eigentlich gegossenes Glas (welches allein durch sein Eigengewicht die betreffende Form ausfüllt) kommt selten vor. Es ist wirkliches Giessen in Vorschlag gekommen für die Erzeugung gläserner Röhren[1]), gläserner Walzen[2]) u. s. w.

2. Darstellung der gefärbten bezw. bunten Gläser.[3])

Die Färbung des Glases durch Zusätze beim Schmelzen der Masse bewirkt man zu verschiedenen Zwecken. Entweder geschieht sie mit gewöhnlichem weissen Glase und Kristallglas, um daraus Tafelglas, Gefässe und geschliffene Ware aller Art darzustellen (gefärbtes Glas im engern Sinne): oder man bereitet leichtflüssiges Glas aus den allerreinsten Rohstoffen und färbt dasselbe, um damit alle Arten von Edelsteinen künstlich nachzubilden (Glasflüsse, Glaspasten).

1) Farbiges Glas zur Herstellung grösserer Gegenstände wird in den gewöhnlichen Glasöfen aus solchen Glassätzen bereitet, denen man die färbenden Stoffe in gehöriger Menge zugesetzt hat; für Blau: Kobaltoxyd, Schmalte oder Zaffer; für verschiedene Arten von Gelb: Chlorsilber, antimonige Säure, Uranoxyd, Holzkohle in geringerer Menge; für Grün: Kupferoxyd, oder Chromoxyd, oder Kobaltoxyd und antimonige Säure; für verschiedenes Rot: Kupferoxydul oder Schwefelkupfer; Goldauflösung mit oder ohne Zinnauflösung oder Zinnoxyd (Rubinglas); Braunstein; für Schwarz: Braunstein in grosser Menge mit etwas Zaffer; oder Braunstein, Zaffer und Eisenhammerschlag; u. s. w.

Undurchsichtiges oder durchscheinendes weisses Glas erzeugt ein Zusatz von Zinnoxyd und Bleioxyd zur Glasmasse (Milchglas), oder eine Beimischung von Knochenasche (Beinglas).

Dem weissen Glase werden 10 bis 20% weissgebrannter Knochen hinzugesetzt. Nach dem Schmelzen ist das Glas vollkommen klar und durchsichtig, wird aber getrübt, bezw. milchweiss in dem Grade, wie es bei dem Verarbeiten an der Pfeife Erwärmung erfährt. Die milchweisse Farbe tritt um so mehr hervor, je häufiger die Erwärmung stattfindet. Es ist auf diese Weise die Färbung des durchscheinenden Opalglases bis zum gesättigten Milchweiss zu erzielen.

---

[1]) D. p. J. 1857, **143**, 34 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1874, **212**, 254.
[3]) F. Fischer, Chem. Technol. Leipzig 1889, S. 707.
H. Schwarz: Über die Herstellung venetianischer Mosaiken und Glasstudien: Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1887, S. 204. D. p. J. 1888, **267**, 223.

Unter dem Namen Alabasterglas (auch Opalglas oder Reisglas) kommt ein weisslich getrübtes Glas von alabasterähnlichem Ansehen vor, welches sehr reich an Kieselerde und bei geringer Hitze geschmolzen ist, wonach wahrscheinlich wird, dass seine Trübung von einem mechanisch eingemengten (nicht in die Verglasung eingegangenen oder entglasten) Anteil Kieselerde herrührt.[1])

Weisses Milchglas und Beinglas sind beim Durchsehen gegen das Licht daran von einander zu unterscheiden, dass ersteres rein weiss, letzteres aber rötlich opalisierend erscheint. — Ein sattweisses Glas entsteht auch durch Zusatz einer grossen Menge (7 bis 8 %) weissen Arseniks zur Masse eines sehr bleihaltigen farblosen Glases. — Das durch Kupferverbindungen durchsichtig rot gefärbte Glas zeigt einen Stich ins Gelbliche oder Bräunlichorangenrote, während das mittels Gold gefärbte echte Rubinglas eine rein und feurig tiefrote Farbe besitzt. Der zu letzterem dienende Glassatz (meist eine stark bleihaltige Kristallglasmischung) wird mit einer geringen Menge Borax, sehr wenig Zinnoxyd und Antimonoxyd versetzt und mit etwas Goldauflösung (worin nur 1 Teil Gold gegen 11 300 T. der Gesamtmasse) befeuchtet, geschmolzen und langsam abgekühlt; man erhält auf diese Weise ein topasgelbes Glas, welches durch allmähliches Anwärmen die Rubinfarbe erlangt. Nach einer anderen Angabe entsteht unmittelbar durch die Schmelzung bei nicht zu hoher Hitze das Rubinglas, wenn man 48 *kg* weissen Quarzsand mit der durch Wasser verdünnten Auflösung von 6 bis 10 *g* Dukatengold in dessen zwanzigfachem Gewichte Königswasser besprengt, durcharbeitet, dann 60 *kg* Mennige, 12 *kg* Pottasche, 8 *kg* Salpeter dazu mengt. Für dunklere Färbung wird der Goldzusatz vergrössert, auch wohl eine dem Goldgewichte gleiche Menge Zinn (ebenfalls in Auflösung) beigefügt.

Perlmutterglas gewinnt man, indem man zerkleinerten Glimmer in die Schmelze einrührt oder auch eine kurze Zeit mit dem geschmolzenen Glase in dem Ofen lässt.[2])

Die Verarbeitung der gefärbten Gläser geschieht auf dieselbe Art, wie jene des farblosen Glases. Man wendet aber dabei oft verschiedene Kunstgriffe an, um die Farbenwirkung zu verändern. So wird zuweilen das farblose Kristallglas nur farbig überfangen, indem man den an die Pfeife genommenen Klumpen Kristallglas in geschmolzenes farbiges (am häufigsten rotes) Glas eintaucht, womit er sich überzieht. Das angewendete farbige Glas wird dann Überfangglas genannt, und bekleidet die Gegenstände in einer mehr oder weniger dünnen Schicht, die, wenn sie an einzelnen Stellen durchgeschliffen wird, die farblose Unterlage zum Vorschein kommen lässt. Nimmt man zuerst farbiges Glas an die Pfeife, darüber ungefärbtes und endlich wieder farbiges, so ist der Gegenstand, den man daraus macht, auf beiden Seiten überfangen. Nach diesem Verfahren kann man auch eine grössere Anzahl verschiedenfarbiger Schichten übereinander legen, die dann beim Schleifen der Ware in ungleichem Masse auf die Oberfläche kommen (durchgeschliffene bunte Gläser). Mengt man verschiedenfarbige Glasstücke im Hafen durcheinander, und rührt nach dem Schmelzen mehr oder weniger um, so erhält die Masse ein marmoriertes Ansehen, weil wegen der Zähflüssigkeit des Glases die Mischung unvollkommen ist. Marmoriertes Glas wird aber auch auf

[1]) D. p. J. 1877, **224**, 623.
[2]) D. p. J. 1877, **224**, 440.

die Weise dargestellt, dass man ein Gemenge verschiedenfarbiger kleiner Glasbruchstücke auf den Marbel (S. 834) legt, die an der Pfeife befindliche weiche Glasmasse darauf rollt, um ein Ankleben zu veranlassen, durch Einhalten in das Arbeitsloch des Ofens die Verschmelzung bewirkt, endlich das Stück wie gewöhnlich fertig arbeitet.

Marmorartige dicke Tafeln zu Tischplatten u. dgl. werden dadurch hervorgebracht, dass man sie gleich dem dicken Spiegelglase giesst (S. 838), aber dabei entweder vorläufig verschiedenfarbige Glasmassen mengt, oder aus zwei Giesshäfen gleichzeitig diese Massen aufgiesst und auf der Tafel sich vermengen lässt.

Filigranglas, Fadenglas, Petinetglas, Spitzenglas, nennt man Gegenstände aus durchsichtigem ungefärbten Glase — Kreideglas, S. 823, 826, von sehr leichtschmelzender Art — in welchen farbige (meist undurchsichtig weisse) Glasfäden dergestalt eingeschlossen und verschmolzen sind, dass sie in regelmässiger Anordnung entweder nebeneinander herlaufen, oder in mannigfaltige Schraubenwindungen gelegt erscheinen, auch oft — durch die Kreuzung der hintereinander sichtbaren Windungen — das Ansehen eines feinen lockeren (musselinartigen) Gewebes erzeugen.

Die Vorbereitung zur Erzeugung dieses eigentümlichen Glases geschieht durch Anfertigung von Stäbchen auf folgende Weise: Der Glasmacher nimmt aus dem Schmelzhafen mit der Pfeife ungefähr 150 bis 250 *g* des farbigen Glases, rollt diese Masse auf dem Marbel zu einem 6 bis 8 *cm* langen Stab aus, lässt sie etwas abkühlen und taucht sie dann in schmelzendes durchsichtiges Glas, sodass sich eine 4 bis 6 *mm* dicke Hülle bildet, welche durch abermaliges Rollen auf dem Marbel abgeglichen wird. Darauf erhitzt man die immer noch an der Pfeife sitzende Glasmasse stark, befestigt an deren Ende ein mit etwas weichem Glase versehenes Hefteisen, und zieht nun den Stab mehr oder weniger lang und dünn, nämlich zu einem Stäbchen von 2 bis 6 *mm* Durchmesser aus, welches man in 8 bis 15 *cm* lange Stücke zerbricht. Um mit solchen Stäbchen die einfachste Art von Fadenglas zu erzeugen, verfährt man wie folgt: Man stellt an der inneren Wandfläche einer trommelartigen Form von Metall oder Schmelztiegelmasse ringsherum Stäbchen der beschriebenen Art, befestigt dieselben durch eine auf den Boden gebrachte Lage von weichem Thon; erhitzt das Ganze so stark, dass die Stäbchen ohne Schaden von schmelzendem Glase berührt werden können; nimmt hierauf mit der Pfeife etwas durchsichtige Glasmasse aus dem Hafen, bläst sie zu einer Trommel auf, erhitzt diese neuerdings, bringt sie ins Innere der wie angegeben vorbereiteten Form und bewirkt hier durch fortgesetztes starkes Aufblasen dessen Vereinigung mit den Stäbchen, worauf sich das Ganze aus der Form ziehen lässt. Man erhitzt die solchergestalt mit Stäbchen besetzte Trommel, rollt sie auf dem Marbel, erhitzt wieder, bläst sie ein wenig weiter auf, und zieht nun mittels einer Zange das andere Ende so zusammen, dass hier alle Fäden in einem Punkte zusammentreffen. Von nun an bearbeitet und vollendet man das Stück weiter wie jede andere geblasene Arbeit. Durch geeignete Drehung (Windung) kann man den darin eingeschlossenen Fäden die Lage von Schraubenlinien geben; die ganze Arbeit erfordert aber grosse Geschicklichkeit auf Seite des Glasmachers, damit nicht die Fäden bei der Ausdehnung und Gestaltsveränderung des Gefässes in unregelmässige Lage geraten. — Ein maschen- oder netzähnliches Aussehen erzeugt man auf folgende Weise: Man stellt in eine Form wie oben Stäbchen an Stäbchen, jedoch in einer regelmässigen Art abwechselnd zum Teil solche von farbigem (durchsichtig überfangenem), zum Teil solche ganz von durchsichtigem Glase; bläst im Innern dieses Stäbchenkreises eine Trommel von durchsichtigem Glase mit grosser Wandstärke auf; erhitzt das Ganze wieder, rollt es

auf dem Marbel und zieht daraus mittels eines angeklebten Hefteisens ein Stäbchen von 4 oder 6 *mm* Durchmesser, während zugleich die Pfeife — woran das eine Ende befestigt ist — auf dem Glasmacherstuhl um ihre Achse gedreht wird, um den Fäden die Lage von Schraubengängen zu erteilen. Aus solchen gewundenen Stäbchen wird hernach ein Ring zusammengestellt und auf der Aussenfläche eines geblasenen Cylinders von durchsichtigem Glase angeschmolzen, wie oben bei der Verarbeitung einfacher ungedrehter Stäbchen angegeben ist. Das Verfahren kann vielfach abgeändert werden, um das Ansehen der fertigen Ware verschieden zu machen.[1])

Es ist neuerdings ein Verfahren vorgeschlagen worden, durch welches die Gewindelage des Fadenglases genau genug gewonnen werden soll ohne Aufwand so grosser Geschicklichkeit, wie das ältere Verfahren verlangt.[2]) Der Glasbläser nimmt zunächst mit dem Hefteisen etwas Weissglas und wickelt um diesen Weissglasstab beliebig einige farbige Glasstreifen. Dieses Glasgemisch wird nun unter fortwährendem Drehen des Hefteisens um einen kegelförmigen Dorn gewickelt. Die auf dem Dorne befindliche Glasspirale glättet man dann so weit, dass sie einen dichten Trichter bildet, also die farbigen Glasfäden sich kreuzen. Man entfernt hierauf den Dorn und schliesst den Trichter, um in gewöhnlicher Weise durch Blasen das Glas auszubilden.

Millefiori (Glasmosaik) ist eine dem Fadenglase verwandte Art farbig verzierter Glasware, welche aus verschiedenfarbigen, nach bestimmter Zeichnung geordneten, durch farbloses Glas verbundenen und von farbloser Glasmasse umschlossenen Glasstäbchen (oder Teilen solcher Stäbchen) besteht.

Man nimmt z. B. einen kurzen Stab von rotem Glase, welcher am Ende der Pfeife durch Rollen auf dem Marbel gebildet ist; legt rings um denselben, der Länge nach hinauflaufend, sechs dicke Fäden von geschmolzenem blauen Glase und bildet diese mittels der Zange so aus, dass ihre Querschnitte Dreiecke werden, welche mit ihrer Grundlinie am runden Stabe sitzen; füllt deren Zwischenräume mit undurchsichtigem weissen Glase aus und rollt das Ganze auf dem Marbel; taucht in flüssiges gelbes Glas, und rollt wieder; umgiebt endlich diese zusammengesetzte Walze mit einem Kranze dicht aneinander liegender runder weisser Stäbchen, die durch Erhitzen und Eintauchen in farblose Glasmasse damit verbunden werden. Nun wird das Stück in die Länge gezogen, bis es nur 10 oder 12 *mm* dick ist, wobei sich alle Bestandteile entsprechend verfeinern, ohne ihre gegenseitige Lage oder ihre Grössenverhältnisse zu ändern. Werden hierauf von diesem Stabe kurze Teile (Scheibchen von 2 bis 8 *mm* Dicke) abgeschlagen und auf einer Sandsteinplatte eben geschliffen, so zeigt jedes derselben auf beiden Flächen im Mittelpunkte eine rote Kreisfläche, diese umgeben von einem blauen sechsspitzigen Sterne in weissem Felde, um letzteres einen gelben Ring, und das Ganze eingefasst von einem Kreise weisser Punkte oder Perlen. Man geht noch weiter, indem man aus solchen gleich oder verschiedenartig gemusterten Stäbchen eine neue Walze zusammensetzt, die man wieder in die Länge zieht: auf solche Weise erlangen die einzelnen ersten Bestandteile oft einen hohen Grad von Feinheit und die Gesamtzeichnungen eine reiche Mannigfaltigkeit. Ist ein gehöriger Vorrat Scheibchen mit allerlei Zeichnungen bereit, so kann man damit Kristallglasgegenstände auf mehrerlei Weise verzieren. Bei Hohlglas geschieht dies, indem man das Innere einer Form mit jenen bunten Scheibchen belegt, dann einen halb aufgeblasenen hohlen Glaskörper hineinbringt, ihn darin völlig aufbläst, samt den daran klebenden Verzierungen herausnimmt und auf die sonst übliche Weise fertigmacht; oder indem man mittels besonderer Kunstgriffe das Glas doppelt macht und die Verzierungen zwischen beiden durchsichtigen Wänden — innig mit denselben

---

[1]) D. p. J. 1843, **89**, 20 m. Abb.; 1845, **97**, 358.
W. Stein, Glasfabrik. Braunschweig 1862, S. 203 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1884, **253**, 530.

verschmolzen — einschliesst. Volle Gegenstände (wie Briefbeschwerer, Messerhefte, Stockknöpfe, u. s. w.) sind einfacher herzustellen, weil sie nur erfordern, dass man weiches Kristallglas mit den Mosaikstücken belegt, und wieder mit gleichem Glase bedeckt oder überzieht. — Zu Tuchnadeln, Knöpfen oder dgl. stellt man den Hauptkörper so aus Pressglas her, dass die zu verzierende Stelle vertieft ist, legt die geschliffenen Mosaikscheibchen mit dem Schleifschlamm hinein, lässt trocknen, legt die Gegenstände auf eine mit Gips bestreute Thonplatte und bringt sie mit dieser in den Muffelofen. Nach dem Festschmelzen der Zierscheibchen, bezw. nach langsamem Auskühlen derselben überzieht und verschmilzt man sie, nötigenfalls wiederholt mit folgendem Gemisch: 10 T. Mennige, 10 T. reinem weissen Kies, 0,5 T. Borax, 0,01 T. blaues Kobaltoxyd und schleift endlich, wobei die Mosaikzeichnung hervortritt.[1])

Zur Erzeugung von Perlmosaik soll man die Perlen in gewöhnlicher Weise durch Sticken aneinander fügen und das Grundgewebe wie die Stickfäden bei dem Anschmelzen verbrennen.[2])

Man mengt den Mosaikscheibchen oft kleinere oder grössere Stücke von Fadenglas (S. 852) ein, setzt auch wohl Blumen, Kränze, Schmetterlinge und andere Figuren aus farbigen Glasteilen zusammen und umschliesst sie mit Kristallglas. Überhaupt kann die Erfindungsgabe und Geschicklichkeit des Arbeiters in diesem Fache eine zahllose Menge der verschiedensten Abänderungen zustande bringen. Die bunten Stäbchen zur Millefiori-Arbeit werden oft so verfertigt, dass ihre Querschnitte Wappen, kleine Tierfiguren, Buchstaben und ganze Namen, Jahrzahlen u. s. w. in einer Grundfläche von anderer Farbe darstellen. Aus dicken Stäben von Millefiori oder Fadenglas werden die bunten gläsernen Spielkugeln (Marmel, Knicker, Klicker, Glasknicker) auf folgende Weise verfertigt.[3]) Man befestigt an dem Hefteisen einen etwa 30 *cm* langen farblosen oder aus Faden- oder marmoriertem Glas gebildeten runden Stab, erhitzt das Ende dieses Stabes in der Arbeitsöffnung, legt das Hefteisen auf die Lehnen des Glasmacherstuhls (S. 841) und bearbeitet das äussere Ende des Glasstabes mittels der Marmelzange, Fig. 242. Es ist das eine Federzange, deren einer Schenkel *f* halbkugelförmig ausgehöhlt ist, während der gegenüberliegende *s* eine stumpf messerartige Gestalt hat. Schliesst man die Zange mit der rechten Hand — den Bügel nach unten und den Rücken von *s* gegen den Körper gerichtet — so trifft die Kante des stumpfen Messers *s* auf den linksseitigen Rand der halben Hohlkugel. Der Glasmacher bringt nun das erweichte vordere Ende des Stabes zwischen die Maulflächen, drückt unter fortwährendem Drehen das Glas in die Form und kneipt allmählich die entstehende Kugel vom Stabe ab. Ein Arbeiter soll täglich 1000 Knicker anfertigen können. Die Abtrennungsstelle muss demnächst durch Schleifen geglättet werden.

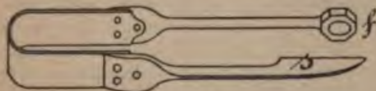


Fig. 242.

Hier anzuschliessen sind die Glaseinschlüsse (Glasinkrustationen), welche entstehen, wenn man Brustbilder, Buchstaben, Blumensträusse u. s. w. aus schwachgebrannter, unglasierter, weisser Thon- oder Porzellanmasse zwischen glühend aufeinander gelegten Kristallglas-Schichten einschliesst: der silberartige Glanz, den solche Gegenstände zeigen, rührt — wie der Glanz eines Thautropfens auf einem haarigen Pflanzenblatte — von einer geringen Menge Luft her, welche sich der innigen Berührung zwischen Glas und Porzellan widersetzt. Solche Glaseinschlüsse werden auch dadurch gewonnen, dass man den Thon-, bezw. Porzellangegenstand in ein am Hefteisen befestigtes Hohlglas steckt und die Mündung des letzteren mit der Zange schliesst.

---

[1]) D. p. J. 1881, **240**, 119 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1885, **257**, 119.
[3]) Stein, Glasfabrikation. Braunschweig 1862, S. 193.

Die Stickperlen, Strickperlen, Venetianer Perlen werden aus dünnen Röhrchen von gefärbtem Glase verfertigt, indem man sie auf einer feststehenden stählernen Schneide, durch hackende Bewegung eines starken Messers, in kurze (nicht über 3 *mm* lange) Stückchen zerteilt; und diese mit Kohlenstaub oder mit einem Gemenge von Gips und Reissblei (um das Zusammenbacken zu verhindern) in einer eisernen, um ihre Achse gedrehten Trommel bis zum Anfang des Glühens erhitzt, wodurch die scharfen Ränder rund verschmelzen.[1]) Schmelzperlen nennt man ebensolche Rohrstückchen von grösserer Länge, welche gewöhnlich die zuletzt genannte Behandlung nicht erlitten und daher scharfe Ränder haben.

Zum Verkauf werden die Stickperlen in 12 bis 15 *cm* langen Reihen auf Fäden (Schnüre) gezogen, deren 10 zu einem Büschel vereinigt sind; 12 Büschel machen 1 Bund, welches meist 20 000 bis 22 000 Perlen enthält; auf 1 *g* gehen von den gewöhnlichen Arten 280 bis 480 Stück, je nach Grösse und Farbe (die gelben sind am schwersten, die hellblauen gewöhnlich am leichtesten). Das Aufreihen der Perlen ist eine mühsame Arbeit; man hat daher Maschinen für dasselbe vorgeschlagen[2]), deren wesentlicher, zum Aufnehmen der Perlen dienender Teil korkzieherartig gestaltet ist. Indem derselbe in einem mit Perlen gefüllten Gefäss rasch kreist, gelingt es seiner Spitze in die Löcher der Perlen zu gelangen, worauf diese empor- und auf den Fäden geschoben werden.

2) Die Grundlage der eigentlichen Glasflüsse oder der Masse zu den künstlichen Edelsteinen (Glassteinen) ist der Strass (S. 824), den man z. B. aus 338 Teilen gepulvertem Bergkristall, 525 Mennige, 180 gereinigter Pottasche, 23 Borax, 1 Arsenik; oder aus 300 T. eisenfreiem Quarzsande, 562 reinem Bleiweiss, 105 gereinigter Pottasche, 30 Borax, 1 Arsenik oder aus 12 eisenfreiem Quarzsand, 6 entwässertem kohlensauren Natron, 3 Mennige, 2 Borax, 1 Salpeter bereitet.

Die Färbung geschieht zum künstlichen Topas durch Chlorsilber oder durch Spiessglanzglas und ein wenig Goldpurpur; zum Rubin durch Braunstein oder Goldpurpur; zum Smaragd durch Kupferoxyd und Chromoxyd; zum Saphir durch Kobaltoxyd; zum Amethyst durch Braunstein, Kobaltoxyd und Goldpurpur; zum Aquamarin durch Spiessglasglanz und Kobaltoxyd, oder Eisenoxyd mit Kupferoxyd, auch Eisenoxyd mit Kobaltoxyd; zum Granat durch Spiessglanzglas, Goldpurpur und Braunstein; zum Opal durch ein wenig Knochenasche mit oder ohne ein wenig Chlorsilber; zum Türkis durch Zinnoxyd und Kupferoxyd mit sehr wenig Kobaltoxyd und Braunstein; zu rotem Korall durch Zinnoxyd, Schwefelkupfer und Eisenoxyd. In dem Avanturin entstehen die zahllosen feinen goldgelben Pünktchen zwischen hellbrauner Grundmasse von einer Einmengung ausserordentlich kleiner kristallinischer Körnchen von Kupferoxydul. — Die Schmelzung aller dieser Glasgattungen wird im kleinen in gewöhnlichen hessischen Schmelztiegeln und mit der äussersten Sorgfalt vorgenommen.

Die verschiedenen Arten von Schmelz oder Email (S. 824), sowie die Emailfarben sind in ihrer Zusammensetzung den eben beschriebenen Glasflüssen nahe verwandt (vgl. S. 437).

Glasmalerei wird auf Fensterglastafeln und Glasgefässen mit Farben ausgeführt, welche selbst nichts anderes sind als ein sehr leichtschmelzendes Glas (z. B. von Sand, Mennige und Borax) in Vermengung mit

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1841, Bd. 11, S. 92 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1889, **273**, 137 m. Abb.

färbenden Metalloxyden. Diese Farben reibt man zum feinsten Pulver, dann macht man sie mit Terpentinöl oder auch nur mit Wasser an und trägt sie mittels des Pinsels auf die Glasfläche (welche vorläufig, um das Auseinanderlaufen zu verhindern, mit einem sehr dünnen Gummianstrich versehen werden kann); schliesslich wird das Glas im Muffelofen (I, 196) erhitzt, bis die Malerei schmilzt und sich fest mit der Oberfläche verbindet (das Einbrennen). Nicht selten findet das Auftragen der Glasflüsse und Farben durch Drucken statt[1]), wobei selbstverständlich elastische Stempel verwendet werden müssen.

Musselinglas. — Gewöhnliches farbloses Tafelglas wird mit einem in Terpentinöl angemachten feinpulverigen Gemenge aus Knochenasche und einem Fluss von Borax und Kieselerde gleichmässig dünn überpinselt; nach dem Trocknen dieses Anstriches legt man eine mit ausgeschnittenen Zeichnungen versehene Blech- oder Papier-Lehre darüber und bürstet aus den offenen Stellen den Anstrich heraus. Man kann auch umgekehrt die Lehre zuerst auflegen und den Anstrich nur durch deren Öffnungen mittels der Bürste auftragen. Endlich werden die Tafeln unter einer Muffel rotgeglüht, um die sitzen gebliebenen Teile anzuschmelzen. Die Zeichnung erscheint hiernach durchsichtig auf mattem Grunde oder matt auf klarem Grunde. Man macht davon Gebrauch zu Fensterscheiben, welche Licht durchlassen, aber das deutliche Hindurchsehen nicht gestatten sollen (Jalousieglas). Oft werden in den Anstrich Zeichnungen (Landschaften u. dgl.) radiert, welche dann durchsichtig auf der mattweissen Fläche sich darstellen. Eine sehr feine netzartige Zeichnung wird hervorgebracht, indem man scharf angespannten Tüll auf die blanke Glasplatte legt, dann den Anstrich giebt, diesen nach Wegnehmen des Tülls trocknen lässt und einbrennt. — Das Glas wird fein matt geschliffen (s. w. u.) und sodann mittels Gemenges aus wasserfreier Borsäure, Gummi und Wasser die Zeichnung aufgetragen. Nach dem Trocknen erhitzt man das Glas bis zum Schmelzen der Borsäure, wodurch sie den von ihr bedeckten Glasflächen wieder Glanz verleiht.[2]) Durch Beimischen verschiedener Metalloxyde erzeugt man farbige Bilder. — Ein gleichmässiger Überzug soll entstehen, wenn man das Tafelglas mit einem Gemisch von 3 T. Terpentin und 1 T. Firnis sorgfältig anstreicht, mit der erwärmten, fein gemahlenen Farbe bestäubt, trocknet und einbrennt.[3]) — Kathedralglas soll gewonnen werden durch Überziehen des Glases mit einem Brei aus Wasser und gleichen Teilen gepulvertem Basalt, Salpeter und kalciniertem Borax, Trocknen und Einbrennen bis zur Erweichung des ursprünglichen Glases.[4]) — Eine Art Eisglas zeigt sich mit einem sandartigen kleinen Korne bedeckt, also gleichmässig rauh, und wird angefertigt, indem man die frisch geblasenen noch glühend weichen Stücke mit feinem durchgesiebten Glaspulver bestäubt, dessen Körnchen dann durch Anwärmen sowohl befestigt als in geringem Grade rundlich verschmolzen werden. — Das Eisblumenglas besteht in Glastafeln zu halbdurchsichtigen Fenstern, welche ganz mit getreu nachgebildeten Eisblumen bedeckt sind. Die Verfertigung desselben wird angegeben wie folgt: Man bestreut eine gewöhnliche Glastafel durch ein feines Haarsieb mit einer äusserst dünnen Lage sehr zarten Pulvers von weissem Schmelz oder leichtflüssigem Kristallglase; legt sie auf eine starke auf — 8° C. erkältete Eisenplatte und bringt sie damit in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum: indem sich hier Wasser auf das Glas niederschlägt und gefriert, reissen dessen Teilchen bei ihrer während der Kristallisation eintretenden Bewegung die Pulverkörnchen mit sich, welche nach dem Trocknen der Tafel durch Einbrennen unter der Muffel befestigt werden. Eine recht gute aber weit weniger haltbare Nachahmung dieser

[1]) D. p. J. 1878, **229**, 547 m. Abb.; 1882, **243**, 335; 1885, **258**, 154 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1874, **211**, 75; 1883, **247**, 513.
[3]) D. p. J. 1881, **242**, 57.
[4]) D. p. J. 1883, **248**, 432.

hübschen Arbeit ist dadurch zu erreichen, dass man eine ganz starke Auflösung von Zinkvitriol oder Bittersalz mit einer Lösung von Dextrin versetzt und mit diesem Gemisch eine wagerecht liegende Glastafel überall recht gleichmässig benetzt: nach dem Eintrocknen zeigt sich auf dem Glase eine ziemlich fest haftende Kristallisation, welche den durch Frost entsehenden Eisblumen ähnlich ist und durch einen schliesslich aufgetragenen hellen Firnis gegen Abreibung geschützt wird.

Vergoldung entsteht, indem man das aus Goldauflösung durch Eisenvitriollösung oder salpetersaures Quecksilberoxydul niedergeschlagene feine Goldpulver, auch wohl Muschelgold (S. 201), mit Fluss versetzt, gleich einer Farbe behandelt, nach dem Einbrennen aber mit einem Blutsteine poliert. Dünne Vergoldung kann mittels besonderer Verfahren so dargestellt werden, dass sie schon mit Glanz aus dem Feuer kommt[1]) oder gar nicht eingebrannt wird[2]), sodass das Polieren hinwegfällt.

Versilberung wird meistens auf nassem Wege hervorgebracht. Nach einer sehr gelobten Vorschrift vermischt man 2 T. Ätzammoniak, 4 T. salpetersaures Silber, 6 T. Wasser, 6 T. Weingeist, filtert nach 3 bis 4 Stunden; versetzt 4 T. dieser Flüssigkeit mit 1 T. Traubenzucker in 64 T. Wasser und 64 T. Weingeist gelöst, und wendet sie warm (70° C.) an, indem man sie auf die höchst sorgfältig gereinigte Glasfläche giesst, an welcher sich bald ein festhaftendes Silberhäutchen absetzt. Unter sonstigen derartigen Vorschriften mag noch folgendes hier Platz finden: Man übergiesst 100 Teile salpetersaures Silberoxyd mit 62 T. Ätzammoniak, wobei Erwärmung eintritt, die Auflösung erfolgt und nachher Kristalle sich absetzen; giesst dann 500 T. destilliertes Wasser zu, rührt tüchtig um, filtert zur Absonderung einer kleinen Menge schwarzen Pulvers; fügt unter Umrühren 11 T. Weinsteinsäure in 44 T. destillierten Wassers gelöst bei, verdünnt mit 2500 T. Wasser; giesst die klar gewordene Flüssigkeit von dem Bodensatz ab, löst diesen in anderen 2500 T. Wasser, vermischt diese Flüssigkeit (nachdem sie sich durch Absetzen geklärt hat) mit der ersten; und fügt endlich noch 1000 T. Wasser bei. Wenn man das Doppelte der angegebenen Menge Weinsteinsäure nimmt, erlangt man eine dickere Silberschicht auf dem Glase. — Die Versilberungsflüssigkeiten halten sich nicht lange, müssen daher jeden Tag neu bereitet werden. Es lassen sich auf 1 *qm* Glasfläche $2^1/_2$ bis 42 *g* Silber ablagern. Man benutzt die Versilberung zuweilen, um auswendig spiegelnde Hohlware zu erzeugen. Die Gegenstände werden nämlich durch Blasen so hergestellt, dass sie doppelte, einen geringen Raum zwischen sich lassende Wände haben; im äusseren Boden befindet sich, wo das Stück an der Pfeife gesessen hat, ein Loch, durch welches die Versilberungsflüssigkeit eingegossen und wieder herausgeschüttet wird. Durch ein eingekittetes Scheibchen verschliesst man nachher das Loch. Man macht solche Waren aus Kristallglas und aus durchsichtigen farbigen oder farbig überfangenen Glasmassen.[3]) — Zum Versilbern der Lampenglocken ist eine besondere Vorrichtung empfohlen.[4]) — Vergoldung ist auf ähnliche Weise hervorzubringen. Eine dazu dienliche Flüssigkeit wird erhalten, wenn man einerseits 30 T. Goldchlorid in 500 T. destillierten Wassers auflöst und filtert; anderseits 19 T. Citronensäure in 85 T. Wasser gelöst mit 10 T. Ätzammoniak vermischt, 2 Stunden ruhen lässt; endlich die zweite Auflösung zu der ersten giesst. — Silberglanz soll erzeugt werden, indem man Blattaluminium in möglichst starker Salzsäure löst, das reine Glas mit dieser Lösung bestreicht und unter Luftabschluss bis zur Rotglut erhitzt.[5]) Über verschiedene andere sogenannte Lüster wird am unten vermerkten Orte[6]) berichtet.

---

[1]) D. p. J. 1861, **161**, 44.
[2]) D. p. J. 1875, **215**, 92.
[3]) D. p. J. 1850, **118**, 37.
[4]) D. p. J. 1885, **255**, 111 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1884, **253**, 529.
[6]) D. p. J. 1887, **266**, 364.

Eine wohlfeile halbdurchsichtige und ziemlich haltbare Malerei auf Glas kann mittels Farben hergestellt werden, welche mit einer Auflösung des Wasserglases angemacht sind; nach dem Eintrocknen widerstehen solche Gemälde (welche nicht eingebrannt werden) der Einwirkung des Wassers. Ähnlich verhält es sich mit derjenigen geringwertigen Bemalung des Glases, wozu man die Farben mit Kopalfirnis anmacht.

Glasmosaik (Mosaik) nennt man gemäldeartige Darstellungen, welche aus dünnen Stängelchen oder Fäden verschiedenfarbiger äusserst leichtschmelzender undurchsichtiger Gläser (Schmelz) dadurch zusammengesetzt werden, dass man auf einer mit weichem Kitt überzogenen Platte kurze Stückchen derselben angemessen nebeneinander stellt, die Oberfläche abschleift und poliert, schliesslich aber die feinen Fugen mit Wachs ausfüllt, welches thunlichst die Farbe der benachbarten Glasstücke haben muss. Eine wohlfeile Nachahmung der Mosaik wird oft und sehr täuschend durch eingebrannte Malerei auf einer Emailfläche hervorgebracht.

3. Oberflächenbearbeitung durch Ätzen und Schleifen.

Das Ätzen des Glases hat, wie sonstiges Ätzen (S. 376), meistens den Zweck, die Glasfläche zu verzieren oder Inschriften hervorzubringen, es dient aber auch zur Erzeugung von Platten für den Druck (Glasdruck). Durch Schleifen erzeugt man matte wie glänzende Oberflächen, berichtigt die Gestalt der Glasware oder versieht sie mit mannigfachen Verzierungen.

1) Das Ätzen[1]) wird mittels Flusssäure ausgeführt. Hierdurch wird der Ätzgrund (S. 376), d. h. der Stoff, mittels welchem man diejenigen Stellen des Glases bedeckt, welche nicht von der Säure angegriffen werden sollen, bedingt.

Man empfiehlt als Ätzgrund eine Lösung von Asphalt, welcher mit Walrat zusammengeschmolzen ist, in Terpentinöl (Strichgrund), oder 1 T. Asphalt und 1 T. Kolophonium mit so viel Terpentinöl, bis das Gemisch ungefähr Sirupsdicke hat (Deckgrund). Weniger gut soll Bernsteinfirnis, worin etwas Kienruss abgerieben ist, sein.

In diesem Ätzgrund wird die zu ätzende Zeichnung mittels Nadel oder dergleichen hervorgebracht, sodass das Glas längs der zu ätzenden Flächen völlig rein wird. Man bedient sich hierbei der sonst das Zeichnen erleichternden Hilfsmittel, z. B. auch der Guillochiermaschine, (S. 397).[2]) Von hoher Bedeutung dürfte die Benutzung der Abziehbilder[3]) für den vorliegenden Zweck sein.

Um eine leichte fein netzartige Zeichnung zu erhalten, drückt man ein gefettetes Stück Tüll auf die rein geputzte Glastafel und lässt nur 4 bis 5 Minuten lang Flusssäuredämpfe einwirken.

Flusssäuredämpfe erzeugen eine matte Glasfläche, indem sich Kieselfluornatrium- und nach Umständen Kieselfluorkalciumkristalle bilden, welche

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 1, S. 182; 1835, Bd. VI, S. 259 m. Abb.
F. Reinitzer, D. p. J. 1886, **262**, 322 m. Abb.
F. Fischer, Handb. d. chem. Technolog., 13. Aufl., Leipzig 1889, S. 745 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1885, **256**, 346 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1875, **215**, 129 m. Abb.; 1876, **220**, 479.

die geätzte Fläche bedecken; flüssige Flusssäure erzeugt dagegen glänzende Flächen. Will man daher eine glänzende (durchsichtige) Zeichnung in mattem Grunde haben, so muss auf dem in irgend einer Weise matt gemachten Glase (durch Ätzen oder Schleifen) der Ätzgrund, soweit die Zeichnung reicht, beseitigt werden, wenn man flüssige Flusssäure anwenden will.

Dasselbe Ziel erreicht man mittels dampfförmiger Flusssäure auf blankem Glase, indem man die Flächenteile, welche blank bleiben sollen, bedeckt erhält. Es ist daher der gleiche Zweck auf verschiedene Weise zu erreichen.

Vielfach bringt man die zur Erzeugung der Flusssäure notwendigen Stoffe unmittelbar auf dem zu behandelnden Glas an; nachdem jedoch tropfbar flüssige Flusssäure im Handel zu haben ist, wird von dieser häufig Gebrauch gemacht.

Zur Mattätzung zerstösst man z. B. Flussspatkristalle zu sehr feinem Pulver, vermischt hiervon 4 T. im bleiernen Gefäss mit 8 T. engl. Schwefelsäure, welche vorher mit 4 T. Wasser verdünnt und wieder erkaltet war. — Mittels desselben Breies können Glastafeln gänzlich mattgeätzt werden; hierbei ist es aber besser, Schwefelsäure mit ihrem vierfachen Gewichte Wasser anzuwenden, sie mit Flussspatpulver zu sehr dünnem Brei anzumachen, diesen auf das Glas zu tragen und bei 40 bis 50° C. eintrocknen zu lassen. Will man auf der Glastafel irgend eine Zeichnung glänzend haben, so deckt man diese vorher mit Bernsteinfirnis, worin etwas Kienruss abgerieben ist, oder mit Auflösung von Asphalt in Terpentinöl. — Eine andere Vorschrift für die Mattätzung ist am unten verzeichneten Orte angegeben.[1])

Indem man nun den die Flusssäuredämpfe liefernden Brei nur da aufträgt, wo die Mattung stattfinden soll, spart man den Ätzgrund. In diesem Sinne ist folgendes Verfahren vorgeschlagen[2]): Zu feinstem Mehl zerkleinerter Flussspat wird in einer im Innern mit Paraffin bestrichenen Schale rasch und unter den nötigen Vorsichtsmassregeln mit starker Schwefelsäure innig zu einem dünnen Teig gemischt und dieser mittels eines Stiftes aus metallischem Blei auf den matt zu machenden Stellen des Glases ausgebreitet. Ganze Flächen werden ~ 5 *mm* dick mit dem Teig bestrichen. Sobald die Zeichnung, bezw. der Anstrich teilweise fertig ist, bestreut man sie mit reinem Flussspatpulver und fährt so mit dem Zeichnen, bezw. Anstreichen und Bestreuen fort. Die zu ätzenden Gegenstände werden sodann in einen eisernen Topf gebracht, dessen Boden man mit Gips oder Schlemmkreide belegt hat und nunmehr mit diesem etwa 2 Stunden lang gelinde erhitzt. Man muss unter einem gut ziehenden Schornstein arbeiten, damit alle überflüssige Flusssäure rasch abzieht. Das Ende der Behandlung erkennt man daran, dass die Decken der Platten sich vollständig in Gips verwandelt haben und sich nach dem Erkalten leicht ablösen. Die Platten werden sodann in verdünnter Ätzkalilauge und hierauf in Wasser einigemale mit der Bürste gewaschen, worauf die geätzten Stellen rein und tief matt erscheinen. Es soll sich dieses Verfahren insbesondere auch dazu eignen, Zeichnungen in feinen matten Linien auf glänzenden Glasflächen zu erzeugen.

Verzierung mit Blumen, Pflanzenblättern u. dgl. wird am leichtesten und naturgetreu auf die Weise erzeugt, dass man die Pflanzenzenteile mittels Gummi auf das Glas klebt, dann die ganze Fläche mit geschmolzener Mischung von Wachs, Talg und Öl überzieht, nach Erstarren des Überzuges die Gegenstände entfernt und die so entblössten Stellen mit Flusssäure auf eine der angegebenen Arten ätzt. Beliebige vertiefte Zeichnungen, welche den eingeschliffenen ähnlich

---

[1]) D. p. J. 1889, **272**, 237.
[2]) D. p. J. 1872, **206**, 468.

sehen, sind dadurch hervorzubringen, dass man mit Hilfe einer unter das Glas gelegten Vorzeichnung alle nicht zu ätzenden Stellen mit Auflösung von Asphalt in Terpentinöl überpinselt und dann das Ätzen mittels flüssiger Flusssäure bewerkstelligt.

2) Das Mattschleifen. Es verfolgt ähnliche Zwecke wie das Ätzen und ersetzt das letztere nicht selten.

Ein sehr altes, jetzt wohl nicht mehr vorkommendes Verfahren zum Mattschleifen grösserer Glasflächen besteht darin, das man letztere auf den Boden eines flachen Kastens legt, mit scharfem Sande überschüttet und nun so lange schüttelt, bis der gewünschte Grat der Mattung erreicht ist. Es ist das Verfahren dadurch brauchbarer gemacht worden, dass man den Kasten an 4 Bänder gehängt hat und ihn durch eine senkrechte, rasch kreisende Kurbel schüttelt.[1])

Hohle Kugeln zu Lampen schleift man durch Einfüllen von Schmirgel, Wasser und kleinen runden Kieselsteinen, Verstopfen der Öffnungen, Verpacken in einem Kasten zwischen Heu, und mehrstündiges Drehen des Kastens um seine Achse, während man von Zeit zu Zeit die Lage der Kugeln verändert.

Abgesehen von dem kräftigern Verschieben des Sandes und anderer Schleifpulver durch besondere Werkzeuge, von denen weiter unten die Rede sein wird, schliesst sich hier das Mattschleifen mittels gegen das Glas geworfenen Sandes an; es ist zur Zeit eins der beliebtesten Verfahren.

Es ist dasselbe (I, 400) 1870 von Tilghman erfunden[2]) und seitdem vortrefflich durchgebildet. Das Tilghman'sche Sandblaseverfahren besteht darin, dass man scharfkantigen Quarzsand mittels eines Luft- oder Dampfstromes aus einer geeignet gestalteten Düse werfen lässt, welcher gegenüber das matt zu schleifende Glas angebracht ist. Regelmässig ist der Sandstrahl senkrecht nach unten gerichtet, der Düsenquerschnitt rund oder spaltförmig und das Glas so unter der Düse angebracht, dass man bequem sämtliche Stellen desselben dem Sandstrahl darbieten kann. Die Sandkörner wirken vermöge des beim Treffen der harten Glasflächen auftretenden heftigen Stosses, sind aber fast völlig unwirksam auf weichen Stoffen, da deren Teilchen nachgiebig genug sind, um die lebendige Kraft eines aufschlagenden Sandkornes innerhalb längeren Weges aufzunehmen. Man kann somit durch teilweises Bedecken der Glasflächen mittels elastisch weicher Stoffe dieselben zum Teil der Einwirkung des Sandstrahles entziehen, d. h. diese Flächenteile blank erhalten, während das Übrige matt wird.

Hierzu verwendet man Lehren aus dickem Papier, besser aus etwa 1 *mm* dicken Gummiplatten. Neuerdings zieht man jedoch vielfach vor, wie bei dem Ätzen einen Deckgrund aufzutragen, welcher die matt zu schleifenden Stellen frei lässt. Dieser Deckgrund wird wie folgt zusammengesetzt: 10 T. gutes altes Leinöl, 1 T. französ. Terpentin, 2 T. Bernsteinfirnis innig gemengt und mit so viel Talkpulver versetzt, dass ein teigartiger Kitt entsteht[3]); oder 80 bis

---

[1]) D. p. J. 1855, **136**, 30 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1871, **201**, 29; 1872, **206**, 265 m. Abb.; 1874, **212**, 14 m. Abb., 524.

[3]) D. p. J. 1880, **237**, 303.

100 T. fein gemahlene Kreide, 25 bis 30 T. flüssiger Leim, 10 T. reines Glycerin werden gut gemischt.[1]) Der Deckgrund wird mittels Spachtels durch eine Lehre aufgetragen und die Zeichnung nach Bedarf ausgebessert.

Es ist vorgeschlagen, den Sand — statt durch einen Luftstrahl — mittels einer rasch kreisenden Trommel gegen die Glasfläche zu werfen.[2]) Glasglocken werden wohl, nachdem sie an einer Drehbankspindel befestigt sind, mittels Sand und Wasser, welche durch eine Stahldrahtbürste festgehalten werden, gemattet.

Sonst benutzt man feste Schleifflächen, die aus Sandstein bestehen, oder auf denen das Schleifpulver gut haftet und welche mit letzterem in geeigneter Weise dem zu schleifenden Glase gegenüber bewegt werden.

Einer der geeignetsten Stoffe für die Aufnahme des Schleifpulvers ist das Blei; seiner Weichheit halber drücken sich die Körner des Schleifpulvers in seine Oberfläche und werden hierdurch gut festgehalten. Solche bleierne, mit Sand, besser Schmirgel (S. 387) behaftete und zur Ergänzung der Abgänge regelmässig beschickte Schleifflächen werden in Klotzgestalt mit der Hand bewegt oder als Drehsteine verwendet. Eigenartig ist ihre Verwendung in Gestalt des Bleischrotes.[3])

3) Das Schleifen, Schneiden und Gravieren der gläsernen Gefässe und ähnlicher Gegenstände[4]), wobei die Arbeit nur eine Verschönerung der Gestalt und der Oberfläche zum Zwecke hat, geschieht auf einer kleinen Drehbank (Schleifbank), die durch Treten mit dem Fusse, besser durch Wasser- oder Dampfkraft, in Bewegung gesetzt wird und an deren Spindel die geeigneten Werkzeuge eingespannt werden. Es unterscheidet sich nicht von dem Schneiden oder Schleifen der Schmucksteine. Die Werkzeuge sind teils zirkelrunde Schleifsteine (feiner Sandstein oder eine andere harte Steinart, auch künstliche aus Schmirgelpulver und Schellack zusammengesetzte Steine, S. 302); teils Scheiben von Eisen, Kupfer, Zinn, Holz (Linden-, Pappel-, Weidenholz) oder Kork; teils endlich Stifte von Eisen, Kupfer, Messing, welche am Ende bald zugespitzt oder zugerundet sind, bald die Gestalt eines kleinen Scheibchens (Rädchens) oder Knöpfchens haben.

Grösse und Querschnitt der Steine, Scheiben und Rädchen ist gar mannigfaltig, wie beide eben durch die Beschaffenheit der Arbeit erfordert werden. Die kleinsten Rädchen haben kaum 1 *mm* im Durchmesser, die grössten Scheiben und Steine dagegen oft bis 45 *cm*. Flächen von einiger Ausdehnung schleift man zuerst auf einer flachrandigen, 13 bis 45 *cm* grossen, 1 bis 4 *cm* breiten oder dicken, gusseisernen oder schmiedeeisernen Scheibe mit Sand und Wasser (Grobschleifen, Schleifen, Reissen); dann auf einem ebenso gestalteten und ebenso grossen feinen Sandstein mit Wasser (Feinschleifen, Schneiden) und poliert sie auf einer ähnlichen Holzscheibe (von Pappel- oder Weidenholz). Das Polieren findet stufenweise in drei aufeinander folgenden Arbeiten statt;

---

[1]) D. p. J. 1881, **241**, 197.
[2]) D. p. J. 1883, **248**, 281 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1888, **268**, 382.
[4]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 60 m. Abb.; 1850, Bd. 16, S. 357 m. Abb.

zuerst mittels groben Polierschlammes (den aus gebrauchtem Schleifsande abgeschlemmten zarteren Teilchen), was man Überreissen nennt; dann mit feinem Polierschlamm (auf gleiche Weise wie der vorstehende gewonnen), das Blauen; endlich mit Zinnasche (Abziehen). Die beiden Polierschlammarten und die Zinnasche werden mit Wasser angewendet. Zum Überreissen oder zum Blauen gebraucht man zuweilen eine Gemenge von Tripel und sehr feinem Bimssteinpulver; zum Abziehen auch wohl Korkscheiben oder filzbekleidete hölzerne Scheiben und, statt der Zinnasche, Polierrot (Kolkothar) oder Zinkweiss (Zinkoxyd). Vertiefungen werden auf schmalen eisernen Scheiben mit Sand und Wasser geschliffen, dann in der eben angezeigten Weise oder auf Zinnscheiben mit Zinnasche, oder auf Holzscheiben mit Zinnasche, Kolkothar, Tripel nass poliert. Grobe Zeichnungen (Blumen u. dgl.) können mit dem Schleifsteine hervorgebracht werden, wenn dieser rundum kantig zugeschärft ist und das Glas geschickt darauf gewendet wird. Feine Zeichnungen aber (Gravierungen) arbeitet man (auf einer kleinen Drehbank) mit Stiften und Rädchen, auf welche Schmirgel und Öl (Baumöl oder Steinöl) aufgetragen werden, aus. Die Zeichnungen beider Arten werden fast niemals poliert, sondern bleiben matt. Sofern beim Graben von Zeichnungen oder Schriften das Augenmass des Arbeiters nicht ausreicht, um die Hand in der nötigen Bewegung des Glases zu leiten, zeichnet man sich die Hauptzüge der Darstellung mit einer Firnisfarbe, mittels des Pinsels, auf der Arbeit vor. In Ansehung stark erhabener geschliffener Verzierungen ist zu bemerken, dass dieselben nicht aus der vollen glatten Glasoberfläche ganz herausgearbeitet werden, sondern dass man in solchen Fällen schon den rohen Gegenständen durch Blasen oder Pressen in Formen (S. 842, 849) die Grundlage der Verzierung mitteilt, die dann durch das Schleifen nur ausgebildet wird. Zur Herstellung bedeutender Vertiefungen hilft sich der Glasschleifer auch oft dadurch, dass er mit einer dünnen eisernen Scheibe Sand- und Wasserfurchen einschleift, und das zwischen diesen stehende Glas mittels eines kleinen Meissels und Hammers stückchenweise wegsprengt (Auszwicken, Ausbröseln), worauf dann die Stellen in beschriebener Weise geschliffen und poliert werden.

Zum Einschleifen von Schlitzen und Löchern wird ein Neusilberkölbchen empfohlen, welches sich minutlich etwa 6000 mal dreht und mit Diamantstaub beschickt wird.[1])

Eine Maschine mit grosser liegender gusseiserner Schleifscheibe kann so eingerichtet werden, dass sie Flächen an mehreren Flaschen, Trinkgläsern u. s. w. zugleich schleift und dabei selbst die Arbeitstücke festhält.

Sehr leistungsfähig sind neuere selbstthätige Schleifmaschinen für Trinkgläser u. dgl.[2]) Ein feinkörniger Sandstein von etwa 1,2 *m* Durchmesser dreht sich mit etwa 7 *m* sekundlicher Geschwindigkeit. Das zu schleifende Glas steckt auf einem mit Kork belegten Dorn, mittels dessen es wagerecht gelagert ist. Die Lagerung ist um eine senkrechte Achse zu drehen und schiebt sich selbstthätig vor- und rückwärts, der Dorn dreht sich ruckweise um seine Achse.

---

[1]) D. p. J. 1881, **240**, 239, **242**, 173 m. Abb.
[2]) Z. d. V. d. I. 1881, S. 616 m. Abb.
D. p. J. 1882, **244**, 116 m. Abb.

Es wird angegeben, dass ein Arbeiter 4 Maschinen zu bedienen imstande ist, von denen jede in 10 Stunden 60 Stück Trinkgläser mit Schalecken versieht.

Bei einer Schleifmaschine für die Ränder gepresster Knöpfe wird je ein Knopf auf der Spitze einer senkrechten Spindel befestigt und dann dem Schleifstein genähert. Der Knopf dreht sich mit der Spindel langsam um.[1])

Von einiger Bedeutung sind die Maschinen zum Schleifen der Ränder der Lampen-Zuggläser und ähnlicher Hohlware. Es ist eine Maschine angegeben[2]), welche diese Hohlware durch Schleifen genau abschneidet. Der Gegenstand wird auf einen geeignet eingerichteten Schlitten gelegt und mit diesem einer dünnen kreisenden Stahlscheibe entgegengeführt, welche man mit Sand und Wasser beschickt. Für Zuggläser insbesondere sind Maschinen mit (fast) ebenen gusseisernen Schleifscheiben, welche auch mit Sand und Wasser arbeiten, vorgeschlagen. Es liegen z. B. zwei an wagerechten Wellen befestigte Schleifscheiben einander gegenüber, während die rohen Zuggläser, liegend, langsam zwischen ihnen hindurchgeführt werden[3]), oder es wird eine liegende Schleifscheibe angewendet, auf welcher die Zuggläser mit ihren zu schleifenden Enden ruhen und durch ihr eigenes Gewicht angedrückt werden.[4])

Es darf hier eingeschaltet werden, dass man auch eine Maschine verwendet, um die — mattgeschliffenen — Ränder der Zuggläser zu verschmelzen.[5]) Die Gläser liegen auf einer endlosen Kette quer zur Länge derselben und werden durch diese ruckweise vor eine Lötflamme, geblasene Flamme (I, 164) gebracht, woselbst sie sich um ihre Achse drehen, endlich in einen Kühlofen geschafft. Ein ähnliches Verfahren verwendet man auch bei anderen Gegenständen, um das Polieren derselben zu ersparen.

Das Schleifen der Stickperlen durch Anhalten der einzelnen auf einen Draht gesteckten Perle gegen die Schleiffläche ist offenbar sehr teuer. Für manche Zwecke genügt folgendes billige Verfahren: Ein mit umlaufenden Rillen versehener, um seine liegende Achse kreisender Schleifstein watet in einem mit Perlen gefüllten Troge. Die Perlen werden so teils an der Schleiffläche geschliffen, teils schleifen sie sich gegenseitig. Die genügend klein gewordenen Perlen fallen durch Löcher des Troges, während rohe Perlen den Inhalt desselben ergänzen.[6])

Das Schleifen der künstlichen Edelsteine und der Glassteine zu Kronleuchtern geschieht mit den Gerätschaften des Edelsteinschleifers, und zwar auf einer hölzernen oder eisernen Scheibe mittels Schmirgel und Wasser; das Polieren auf der Holzscheibe mittels Tripel und Wasser. Dabei werden die Glasstücke unmittelbar mittels der Hand festgehalten, oder mit Hilfe hölzerner Beilagen der Schleiffläche entgegengeführt, oder endlich mittels Kitt oder einer leicht schmelzbaren Metalllegierung in einer Hülse befestigt, welche an einem starken Draht sitzt und durch diesen festgehalten wird.

4) Schleifen genauer Flächen. Früher (I, 679) habe ich nachgewiesen, dass, wenn c, Fig. 243, sich um die Achse ab und f sich um die, erstere in i schneidende Achse de dreht und beide Körper — durch ein zwischen sie gebrachtes Schleifmittel — aufeinander schleifend wirken, sowohl die Fläche $\alpha y \beta$, als auch die Fläche $\gamma x \delta$ eine Kugelfläche vom Halbmesser h werden muss, auch die Grösse des Winkels η hierauf ohne Einfluss ist, wenn nur γ über α hinwegragt. Hierauf beruht die Erzeugung sowohl genauer kugelförmiger Flächen (für Linsen, Glaslinsen, optische Gläser) als auch der ebenen Flächen (d. i. kugel-

---

[1]) D. p. J. 1887, **264**, 18 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1879, **233**, 310 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1881, **242**, 293 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1882, **243**, 117 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1882, **243**, 336, 375 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1889, **273**, 138 m. Abb.

förmiger Flächen mit unendlich grossem Krümmungshalbmesser) de Spiegelglases.[1])

a. Glaslinsen für Mikroskope, Brillen, Fernröhre u. s. w. werden

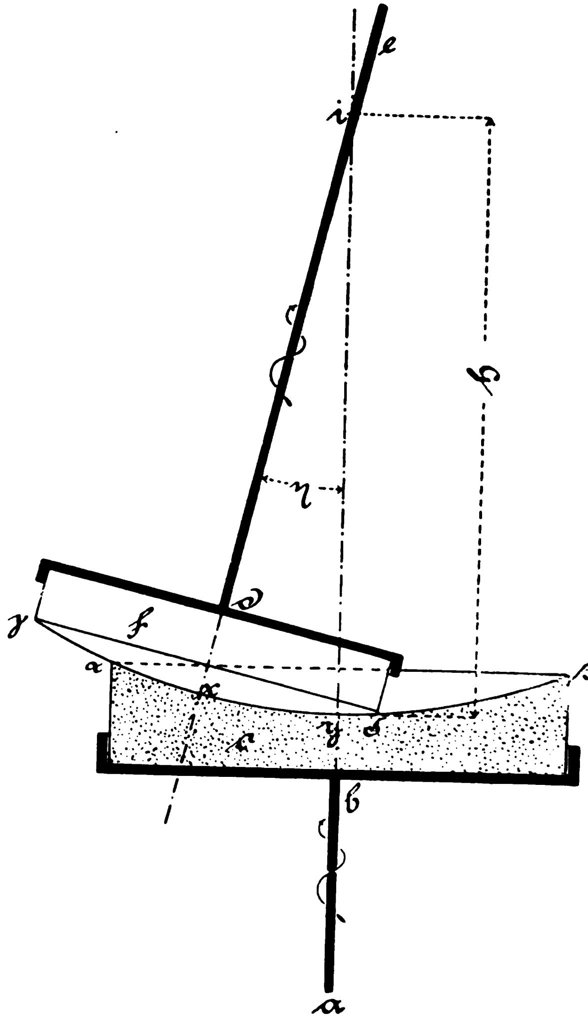


Fig. 243.

wenn sie mit völliger Genauigkeit einen bestimmten Krümmungshalbmesser haben sollen, mittels folgender Vorrichtung geschliffen:[2])

---

[1]) D. p. J. 1838, **70**, 4 m. Abb.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. **7**, S. 70 m. Abb.

An einem kräftigen, möglichst unveränderlichen Gestell befindet sich unten eine einstellbare Platte, an welcher die Schleifschale zu befestigen ist. Die Schleifschale ist eine messingne Platte, deren — hier nach oben gekehrte — Vorderfläche mit Hilfe einer Lehre möglichst genau kugelig ausgedreht ist. Oben am Gestell, gegenüber der Schleifschale, ist eine einstellbare Hülse befestigt, in welcher ein bronzener Stab leicht, aber sehr genau sich zu verschieben vermag; den Grad dieser Verschiebung kann man am Ausschlag eines Fühlhebels (I, 23, 34) erkennen. In der Mitte des unteren Endes dieses Stabes ist eine kegelförmige Vertiefung ausgebildet. Man legt nun einen Massstab, der einerseits in einer kleinen, sorgfältig gearbeiteten Kugel endet, mit dieser Kugel in die erwähnte kegelförmige Vertiefung und führt das andere Ende des Massstabes über die Fläche der Schleifschale. Verschiebt sich dabei der Bronzestab erheblich, d. h. spielt der Fühlhebel in grösserem Bogen, so hat die Schleifschale nicht die zutreffende Lage in der Vorrichtung; sie wird durch Verstellen geeigneter Schrauben allmählich in eine solche Lage gebracht, dass bei den Verschiebungen des Massstabes der Fühlhebel möglichst in Ruhe bleibt; diese mittlere Fühlhebelstellung merkt man sich. Die in alten Schleifschalen bereits vorgeschliffene Linse ist an eine Scheibe gekittet und mit dieser an dem Ende einer kräftigen Stange einstellbar befestigt; das andere Ende dieser Stange ist mit einer glasharten, gut polierten Kugel ausgerüstet, welche genau gleiche Abmessungen hat wie die Kugel am Massstab. Man bringt diese Stange statt des Massstabes zwischen Schleifschale und bronzenen Stab, sodass die zu schleifende Linse in der Schleifschale sich befindet, berichtigt die Lage der Linse gegenüber der Stange, sowie die Länge der Stange auf Grund des beobachteten Fühlhebelspiels, welches bei Verschiebungen der Linse in der Schleifschale auftritt, und giebt schliesslich Schmirgel und Wasser auf, um durch Drehen der Stange um ihre Achse und um die Achse der Schleifschale das Schleifen zu bewirken. Bemerkt man an der Lage des Fühlhebels, dass die Gesamtlänge der Stange kürzer geworden ist, so wird der Schleifstange durch vorsichtiges Benutzen der betreffenden Stellschrauben die alte Länge wiedergegeben, u. s. w.

Für Linsen, deren Krümmungshalbmesser nicht von vornherein fest bestimmt ist, gewinnt man eine genaue Kugelfläche auf folgendem Wege: Man bedient sich messingener Schleifschalen, welche auf der Drehbank möglichst genau gestaltet sind, befestigt die betreffende Schleifschale am Ende einer gut gelagerten (meist senkrecht stehenden), sich drehenden Welle, und führt die (vorgeschliffene) Linse freihändig oder mittels mechanischer Vorrichtung [1]) über die Schleifschale hin und her, sodass ihre verschiedenen Punkte mit allen Punkten der Schleifschale in Berührung treten. Das läuft offenbar auf ein Vergleichen der entstehenden Linsenfläche mit allen Flächenteilen der Schleifschale hinaus, wobei eine genaue Kugelfläche entstehen muss, wenn man es nicht an der nötigen Umsicht fehlen lässt (I, 676). Man bedient sich, wie bei dem vorhin beschriebenen Schleifen, des Schmirgels, der stufenweise von grösserer Feinheit angewendet wird, und des Wassers.

Das Feinschleifen, Glanzschleifen, Polieren beginnt man in der messingenen Schale mit feinem Bimssteinpulver und Wasser und vollendet es in einer Schale aus Pech und Kolophonium oder dgl. mit geschlämmtem Kolkothar (S. 391) oder Zinkoxyd und Wasser.

Brillengläser werden in einiger Zahl in grösseren Schalen gemeinsam geschliffen und poliert.

---

[1]) D. p. J. 1883, **248**, 355 m. Abb.

b. Spiegelscheiben.[1]) Das ältere Handschleifverfahren ist folgendes:

Es wird eine grosse Glastafel, das Bodenglas, oder eine Anzahl kleiner Gläser auf dem mit einer grossen ebenen Steinplatte belegten Arbeitstische (der Schleifbank) durch Gips festgekittet; eine kleinere Glastafel (das Oberglas), — oder auch mehrere Gläser — am steinernen Boden eines mit Steinen beschwerten hölzernen Kastens (Schleifkasten, Reibkasten) in gleicher Weise befestigt, darauf gelegt; ein angemessenes Schleifmittel, mit Wasser benetzt, dazwischen gebracht, und nun der Kasten durch Arbeiterhände in allen Richtungen auf der untern Tafel hin- und hergedreht und gezogen. Da das Oberglas wegen seiner geringern Flächengrösse sich früher fertig schleift, als das Bodenglas, so muss es ein- oder mehreremal gegen ein neues umgetauscht werden, und man bedarf daher für ein Bodenglas 2 bis 7 Obergläser. Die Arbeit zerfällt in mehrere Abschnitte, wobei die Fläche des Glases stufenweise feiner wird, aber immer ein mattes Ansehen behält. Zum Anfange des Schleifens (Rauhschleifen) kittet man die untere Glastafel mit Gips auf der Schleifbank fest und wendet geschlämmten Sand an. Die Fortsetzung der Arbeit (das Klarschleifen, Doucieren, Dossieren) geschieht ebenso, aber mit feinerem Sande. Sind die Gläser auf beiden Flächen klar geschliffen, so glättet man sie, indem nun die untere Tafel auf Flanell gelegt wird, noch mehr durch Anwendung von geschlämmtem Schmirgel in mehreren Abstufungen der Feinheit (Feinschleifen, Feindoucieren), bis alle Ritze verschwunden sind und die Fläche ein gleichmässiges, halbdurchsichtiges, zartes Matt darbietet. Das Anschleifen der schrägen Randflächen (Facetten), womit alle etwas dicken Spiegel versehen werden, geschieht mit Sand auf einer in einem Wasserkasten umlaufenden gusseisernen Scheibe oder mittels einer Schleifwalze.

Das Leistungsmass bei Handschleiferei ist durch die Erfahrung gegeben, dass von einem Schleifer im Durchschnitte stündlich 250 *qcm* Glasfläche, d. h. 125 *qcm* Spiegel auf beiden Seiten fertig geschliffen gerechnet werden können. Es wird z. B. ein Bodenglas von 1,21 *m* Höhe und 73 *cm* Breite, nebst zwei Obergläsern von beziehungsweise 85 auf 58 und 97 auf 49 *cm* (alle drei zusammen 1,85 *qm* enthaltend) in 12 Tagen zu 12 Arbeitsstunden — überhaupt also 144 Stunden — geschliffen.

Dieses Schleifverfahren ist zunächst auch bei Benutzung der Spiegelschleifmaschinen angewendet[2]), wobei übersehen worden ist, dass man durch Vergleichen, bezw. Zusammenschleifen zweier Flächen, nur zufällig eine ebene Fläche zu gewinnen imstande ist (I, 676), allgemein nur kugelförmige Flächen entstehen. Soll die Ebene, oder die Kugelfläche mit unendlich grossem Krümmungshalbmesser mit Sicherheit gewonnen werden, so bedarf man noch eines dritten Bestimmungsmittels, z. B. einer dritten Platte, welche mit den beiden ersten, sich deckenden zu vergleichen ist (wie bei Erzeugung genauer Richtplatten üblich), oder einer festen gegenseitigen Führung der beiden gegeneinander arbeitenden Flächen, sodass jeder Punkt derselben sich in einer Ebene bewegt und alle diese Ebenen miteinander gleichlaufend sind. Das wird aber erreicht durch Befestigen der aufeinander wirkenden Flächen quer an den Enden zweier genau gleichlaufend gelagerter Wellen (I, 680). Ein solches Schleifverfahren, bezw. eine Maschine, welche demselben dient, ist bereits

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1847, Bd. 15, S. 163 m. Abb.
[2]) Letzte Quelle, S. 174 m. Abb.
D. p. J. 1842, **86**, 424; 1847, **103**, 98; 1857, **145**, 106; 1858, **147**, 15; 1859, **151**, 401; 1864, **174**, 260; 1889, **273**, 539; sämtl. m. Abb.

1838 von **Hoyau** im Betrieb gezeigt worden[1]) und heute sind wohl alle Schleifmaschinen der besser eingerichteten Werke hiernach angeordnet.

Zwei Lösungen der vorliegenden Aufgabe sind die am häufigsten vorkommenden: Bei der älteren sind die zu schleifenden Glasplatten auf eine starke gusseiserne Platte gekittet (mittels Gips), welche Platte auf genau wagerechten Bahnen langsam hin- und hergeschoben wird. Über den Glasplatten befindet sich die Gegenplatte, welche selten gleichzeitig geschliffen werden soll, in der Regel allein den Zweck hat, das Schleifmittel über das zu bearbeitende Glas zu schieben. Diese **Schleifplatte** ruht auf wenigstens drei genau senkrechten Krummzapfen genau gleichen Halbmessers, gleicher Drehrichtung und Drehgeschwindigkeit und gleicher Höhe, sodass jeder Punkt derselben einen Kreis um eine senkrechte Achse beschreibt. Bei der neueren einfacheren Anordnung sind die zu schleifenden Glasplatten auf einer runden Scheibe befestigt, welche auf dem Kopf einer genau senkrecht gelagerten Welle sitzt. Die Schleifscheibe dagegen ist mit dem unteren Ende einer ebenfalls genau senkrecht, aber gegen die erste ausserachsig gelagerten Welle verbunden. Da nun zweifellos die gegenseitige Lage zweier Wellen leichter genau gewonnen werden kann, als diejenigen dreier Wellen **und** zweier Bahnen, so ergiebt sich schon hieraus die Überlegenheit der zuletzt angeführten Maschine.

Fig. 244 stellt dieselbe im Grundriss dar; *a* bezeichnet die untere Scheibe, auf welcher die zu schleifenden Glasscheiben mittels Gips gekittet sind, *b* die Schleifscheibe. Letztere besteht aus einem leichten aber möglichst starren Eisengerippe, welches auf der zugehörigen Welle sorgfältig befestigt ist, aus einem rostartigen Holzboden und den unter diesem befestigten aus weichem Eisen bestehenden Schleifschienen. Letztere sind 2 bis 3 *cm* breit, im neuen Zustande gegen 2 *cm* dick und werden auf eine der in Fig. 245 dargestellten Arten am Holzboden der Schleifscheibe befestigt. Auf letzteren wirft man den Schleifsand und die stufenweise folgenden feineren Schleifmittel und lässt Wasser hinzufliessen, welches die Schleifmittel durch Löcher des Holzbodens zwischen den Schleifschienen hindurch nach unten spült, sodass die Schienen *b* dieselben über das zu schleifende Glas *a* hinwegführen. Es wird nur die Scheibe *a*, Fig. 244, unmittelbar angetrieben, die Scheibe *b* durch diese mitgenommen. Dadurch wird möglich, die Welle der letzteren so zu lagern, dass sie leicht zu heben, bezw. so auf *a* herabzulassen ist, wie der Verlauf des Schleifens es verlangt. Bei etwa 5 *m* Durchmesser der Scheibe *a* macht dieselbe minutlich gegen 15 Umdrehungen und schleift eine Seite gewalzten Glases, wenn etwa 70 Pferdekräfte verfügbar sind, innerhalb 5 Stunden fertig. Im Mittel werden 60 Gewichtsteile Glas abgeschliffen, sobald 1 Gewichtsteil der Schleifschienen verloren geht.



Fig. 244.

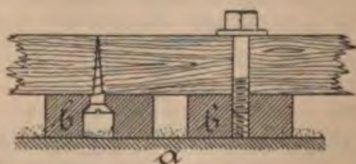


Fig. 245.

Beim **Glanzschleifen** oder **Polieren**, wodurch das Glas vollkommene Durchsichtigkeit und hohen Glanz erlangt, wird, soweit Handarbeit

[1]) D. p. J. 1838, **70**, 4 m. Abb.

zur Anwendung kommt, jede Tafel für sich allein bearbeitet, indem man ein mit Hutfilz bekleidetes flaches Holzstück über dessen Fläche, unter angemessenem Drucke durch eine elastische hölzerne Stange, hin- und herbewegt. Man wendet aber sehr gewöhnlich auch Poliermaschinen [1]) an, welche den Schleifmaschinen gleich oder ähnlich sind. Als Poliermittel wird geschlämmter Kolkothar mit Wasser gebraucht.

Bei dem vorliegenden Glanzschleifen handelt es sich lediglich um die Beseitigung der letzten dem Auge erkennbaren Spuren, welche das bisherige Schleifen zurückgelassen hat; eine eigentliche Gestaltsänderung kommt nicht mehr in Frage. Es ist daher zulässig, ja zweckmässig, die Schleifscheiben lediglich durch die Glasflächen führen zu lassen, es sind also die für das Grob- und Klarschleifen als unzulänglich bezeichneten Maschinen für den vorliegenden Zweck brauchbar. Gewöhnlich verschiebt man die zu bearbeitenden Glasplatten wagerecht langsam hin und her, während die Polierballen sich im Kreise drehen. In Fig. 246 bezeichnet *d* den Querschnitt eines gusseisernen Balkens, der mit mehreren gleichlaufenden und zwei Querstücken ein kräftiges Gitter bildet. Dasselbe ruht wagerecht auf 2, besser 3 oder 4 senkrechten Krummzapfen, welche unter sich gleiche Lage und Grösse haben und sich in gleicher Richtung drehen, sodass jeder Punkt des Gitters Kreise vom Halbmesser der Kurbeln beschreibt. Auch der in *d* feststeckende Zapfen *c* dreht sich mit dem Gitter in gleicher Weise und nimmt demzufolge die auf der Glasplatte *a* ruhenden Polierballen *b* mit sich. Da nun die kreisförmige Bewegung des Zapfens *c* ihre Richtung fortwährend ändert (vgl. die Grundrissfigur), so versucht *c* den Polierballen so mit sich zu schleppen, als wäre er mit *d* fest verbunden; das würde aber eine erheblich grössere Gleitgeschwindigkeit des Ballens an der vom Drehpunkte *m* des Zapfens *c* entferntesten, als an der diesem zunächst liegenden Stelle bedingen, oder einen anderen Reibungswiderstand auf der Hälfte des Ballens, welcher von *m* abliegt, als auf der entgegengesetzten. Da kein Mittel vorliegt, trotz der Verschiedenheit dieser Reibungswiderstände die Ballen in der angenommenen Weise fortzuführen, so drehen sich dieselben gegensätzlich zu *d* selbstthätig. Die Krummzapfen der Poliermaschinen drehen sich minutlich gegen 200mal; je nach den Umständen ist bis 24stündiges Arbeiten erforderlich, um den vollen Glanz zu erzielen. Kleine, unvollkommen glänzende Flächenteile werden nach Bedürfnis mittels Handarbeit vervollkommnet.

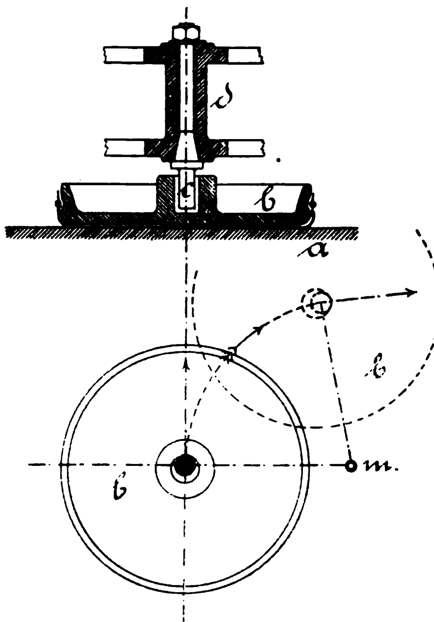


Fig. 246.

---

[1]) D. p. J. 1842, **86**, 425; 1847, **103**, 99; 1883, **247**, 448; 1885, **257**, 447, sämtl. m. Abb.

4. Das Glasblasen vor der Lampe.[1])

Das Geschäft des Glasbläsers ist die Verfertigung der Glas-Gerätschaften für physikalische und chemische Zwecke, ferner der hohlen Glasperlen, gläserner Augen, kleiner Tierfiguren, Früchte u. dgl. m. Es ist wesentlich eine Ausführung dessen in kleinem Massstabe, was bei der Verarbeitung des Glases auf den Glashütten im grossen geschieht. Der Rohstoff (Röhren und Stäbchen aus farblosem und aus verschiedentlich gefärbtem Glase) wird nämlich in der Flamme einer Lampe durch Glühen erweicht, und in diesem Zustande durch Aufblasen mit dem Munde (sofern man mit Röhren arbeitet), Biegen, Drehen, Drücken, Auseinanderziehen, Zusammenschmelzen u. s. w. in die gewünschte Gestalt gebracht. Ausser der auf dem Werktische (Blastisch) stehenden Lampe sind hierzu im allgemeinen sehr wenige und höchst einfache Werkzeuge erforderlich, namentlich Zangen, gerade und gebogene Eisendrähte, Feilen, Messer zum Zerschneiden des Glases, u. s. w. Die Blaslampe, Glasbläser-Lampe, Schmelzlampe ist eine grosse Talg- oder Öllampe mit dickem, schräg liegenden Dochte oder eine Gaslampe, deren Flamme durch Treten eines unter dem Tische befindlichen Blasbalges oder eines auf demselben stehenden kleinen (10 *cm* im Durchmesser haltenden, 40 *cm* weiten) Schleuderbläsers (Ventilators) mittels einer Art Lötrohr angefacht und in fast wagerechter Richtung abgelenkt wird. In vielen Fällen verdient eine Öllampe mit aufrechtem hohlen Dochte, in dessen Mittelpunkt das Mundstück der Windröhre angebracht ist, den Vorzug[2]); auf ähnliche Weise kann man eine Gaslampe (I, 164) vorrichten.[3])

Der Gebrauch des Gases (gewöhnliches Leuchtgas) — namentlich unter Anwendung der zuletzt angezogenen Einrichtung oder des Bunsen'schen Brenners[4]), in welchem das Gas nach vorgängiger Vermengung mit atmosphärischer Luft entzündet wird und grosse Hitze ohne Russ entwickelt — ist der Reinlichkeit ungemein förderlich und gewährt den Vorteil, dass man nie mit der Zurichtung eines Dochtes zu thun hat. In ersterer Beziehung verdient, wenn Gas nicht zur Hand ist, der Gebrauch von Weingeist oder Holzgeist empfohlen zu werden, welche man aber mit Terpentinöl sättigen muss, um eine gut sichtbare und gehörig heisse Flamme zu gewinnen. Dem Mundstücke der Blasröhre kann man eine solche Gestalt geben, dass sie, und folglich auch der durchgehende Luftstrom, durch die Flamme selbst erhitzt wird.[5]) — Bei der Blaslampe mit liegender Flamme kann man zur Verstärkung der Hitze ein etwa 5 *cm* dickes Stück Buchen-Astkohle benutzen, welches man zwischen vier aufrecht in ein Brettchen gesteckte Drähte so legt, dass es seine Hirnfläche dem Feuer zuwendet; man gewinnt dadurch die strahlende Wärme der glühenden Kohle.

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. VII, S. 1. — F. Körner, Anleitung zur Bearbeitung des Glases an der Lampe. 8. Jena 1831. — H. Rockstroh, Die Glasblasekunst im Kleinen. Lissa und Leipzig 1833. — E. Schreiber, Die Glasblasekunst, Weimar 1849.
D. p. J. 1833, **48**, 121; 1845, **95**, 23.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1838, Bd. 9, S. 140 m. Abb.
D. p. J. 1836, **61**, 432 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1853, **129**, 340 m. Abb.

[4]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1861, Ergänzungsbd. 3, S. 276 m. Abb.

[5]) D. p. J. 1853, **128**, 191 m. Abb.

Die Verfahrungsarten bei der Arbeit am Blastische lassen sich, da sie gänzlich auf einer Menge von Handgriffen beruhen, nicht in Kürze beschreiben. Bemerkt muss werden, dass ein mässig strengflüssiges Glas sich am besten zu dieser Arbeit eignet; dass eine zu anhaltende Erhitzung im Glase weisse matte Flecken erzeugt; dass das Glas, unvorsichtig dem Rauche der Flamme ausgesetzt, unvertilgbar braun oder schwärzlich wird; dass die Gegenstände, besonders wenn sie etwas dick sind, langsam aus der Flamme gezogen (allmählich abgekühlt) werden müssen, weil sie sonst zerspringen. Manche Gegenstände, deren Umrisse zu künstlich sind, um durch die Arbeit aus freier Hand dargestellt zu werden (z. B. hohle melonenförmige und ähnlich eingekerbte Perlen), werden in Formen von Eisen oder Messing, die zweiteilig und einer Form zum Giessen der Gewehrkugeln ähnlich sind, aufgeblasen. Volle Stücke solcher Art (wie Hemdknöpfe u. s. w.) presst man in dergleichen Formen.

Einer Form (aber nur aus einem Stücke bestehend mit einfacher Vertiefung) bedient man sich auch zum Fertigmachen der vollen runden Glasperlen (Glaskorallen). Um diese herzustellen, wird ein Eisendraht und zugleich das Ende eines farbigen Glasstäbchens in der Lampenflamme erhitzt, dann durch Umdrehen des ersteren das erweichte Glas zur annähernden Kugelgestalt aufgewickelt, die man durch Drehen in der Form besser ausbildet. Eine Art Malerei wird auf solchen Perlen mittels verschiedenfarbiger fein ausgezogener Glasstäbchen in der Flamme ausgeführt, wonach man die Kugel wieder in der Form glättet; schliesslich poliert man die Oberfläche durch Anhalten eines kleinen eisernen Spatels, während die Perle in der Flamme gedreht wird. Kleinere unbemalte Perlen werden zu vielen nebeneinander auf einem längeren Drahte gemacht; an einem Drahte von 37 *cm* Länge haben z. B. 40 bis 45 erbsengrosse Perlen Platz. Der Draht ist mit Kreide, in Leimwasser angemacht, bestrichen, um zuletzt die Perlen loszulassen. — (Glaskorallen geringerer Art werden auf Glashütten aus dem Schmelztiegel verfertigt, indem der Arbeiter auf einem zugespitzten Eisen ein wenig flüssiges Glas aufnimmt und rundet).

Verwandt ist die Herstellung gläserner kugelförmiger Köpfe an (stählernen) Stecknadeln. Ein Stäbchen von leichtschmelzendem schwarzen oder andersfarbigen Glase wird in fast wagerechter Lage so eingeklemmt, dass es nach Bedarf vorgerückt werden kann. Gegen das dem Glasbläser zugewendete etwas höher liegende Ende sticht die kleine Gasflamme des Blastisches, sodass es stets glühend und halbflüssig bleibt. Indem man nun eine Nadel in das flüssige Glas steckt und ein Tröpfchen des letzteren aufnimmt, dann die Nadel in der Flamme einen Augenblick um sich selbst dreht und sie endlich fallen lässt, wird binnen wenigen Sekunden der Kopf vollendet.

Durch das Glasspinnen [1]) verwandelt man das Glas in sehr lange, feine, biegsame Fäden. Es wird nämlich das Ende eines Stabes oder einer Röhre in der Lampenflamme erweicht, davon ein Faden ausgezogen, dieser an einem Haspel befestigt und letzterer umgedreht, während man das Glasstück in der Flamme allmählich nachrückt. Der dabei fast ohne Unterbrechung (mit einer sekundl. Geschwindigkeit von etwa 30 *m*) erzeugte Faden wickelt sich in Gestalt eines Strähnes auf den Haspel. Die Dicke desselben beträgt 0,006 bis 0,012 *mm*, ist also noch etwas geringer, als die eines einfachen Seidenkokonfadens. Zieht man den Faden von zwei verschiedenen, dicht nebeneinander liegenden Glasarten (je etwa

---

[1]) D. p. J. 1868, **190**, 432, 493; 1872, **206**, 442; 1874, **211**, 482; 1885, **256**, 139.

zur Hälfte) aus, so kräuselt sich derselbe wegen des verschiedenen Schwindens beim Abnehmen von dem Haspel.

Man macht von gesponnenem Glase Quasten, reiherartige Büsche, geflochtene Leibgürtel, Damenhüte, Kopfputz, Schleifen, Armbänder, Netze, Uhrketten, Kratzbürsten für Vergolder und Goldarbeiter (S. 395) u. s. w. und gebraucht es als Eintrag zu seidenen Zeugen, welche dadurch (je nachdem das Glas gelb oder weiss ist) den Glanz und das Ansehen von Gold- oder Silberstoff erhalten. Auch können solche Glasfäden wegen ihrer Feinheit zu Fadenkreuzen optischer Geräte verwendet werden.

Als Rohstoff zu den unechten Perlen (Glasperlen) dienen 6 bis 12 *mm* weite, dünnwandige Röhrchen eines völlig farblosen, weichen und ziemlich leichtflüssigen Glases.

Durch Erhitzen in der Lampenflamme und gleichzeitiges Ausziehen bildet man daraus weit dünnere Röhrchen, deren Durchmesser etwa jenem einer Stricknadel, höchstens einer Federspule gleichkommt. Ein ungefähr 15 *cm* langes Röhrchen dieser Art behandelt der Glasbäser ferner in folgender Weise. Er hält das Ende desselben in die Flamme, bis es sich schliesst, bläst dann unverzüglich in das andere Ende mit dem Munde, und treibt hierdurch das glühende Ende zu einem Kügelchen auf, welchem nötigenfalls (zur Nachahmung der sogenannten Barockperlen) durch Druck u. s. w. eine unregelmässige Gestalt beigebracht wird. Um das Loch vorn an dem Kügelchen zu erzeugen, heftet man daselbst ein zweites dünnes Röhrchen oder ein Glasstäbchen an, welches beim nachherigen Wegbrechen ein rundes Plättchen aus der Kugeloberfläche mitnimmt. Von dem Röhrchen, an welchem sie aufgeblasen wurde, trennt man die Perle durch Abschneiden mittels eines scharfgeschliffenen Stückes Stahlblech (die Feile). Die scharfen Ränder der Löcher werden durch kurzes Einhalten in die Flamme rundlich verschmolzen. Den Perlenglanz bekommen die Glaskügelchen dadurch, dass man sie inwendig mit Perlenfarbe (Perlenessenz) überzieht. Die Farbe entsteht, indem man die Schuppen des Weissfisches *(cyprinus alburnus)* mit Wasser reibt und schüttelt, wobei sich ein perlmutterglänzender Stoff von ihnen ablöst, welchen man sammelt und mit schwachem Ammoniak zu einem dünnen Brei anmengt. Von 20 0000 Fischen rechnet man 3,5 *kg* Schuppen und daraus 500 *g* Perlenfarbe. Zu geringen Perlen kann man der teuren Farbe etwas höchst fein geriebenes Talkpulver beimischen. Will man die Perlen füllen, so macht man die — vom darüberstehenden Ammoniak durch Abgiessen getrennte — Farbe mit dünnem klaren Hausenblasen- oder Pergament-Leim (am besten mit dem durch Essigzusatz bereiteten kalt flüssigen Leime, S. 699) an, setzt ihr allenfalls eine sehr geringe Menge Karmin, Safran oder Pariserblau zu, und bläst sie mittels einer feinspitzigen Glasröhre in jedes Kügelchen einzeln ein, worauf man dasselbe zwischen den Fingern rollt und zum Trocknen auf ein Brett hinlegt, welches geschüttelt wird, um die Ausbreitung der Masse in den Perlen zu befördern. Letztere werden schliesslich meist mit weissem Wachs gefüllt, welches man in geschmolzenem Zustande mittels einer zugespitzten Glasröhre einbläst. Kleine Perlen füllt man durch Einlegen in geschmolzenes Wachs, viele auf einmal. Man wendet auch wohl statt des Wachses arabisches Gummi als dicke klare Auflösung an, und bedient sich dabei einer kleinen stählernen oder messingenen Handspritze; aber der Gummischleim hinterlässt nach seinem Eintrocknen die Perlen grösstenteils leer, weshalb dieselben zu wenig Gewicht haben. Ein Gemisch von 4 Teilen gepulverten Kopals und 1 T. venetianischen Terpentins (durch vierstündiges Erhitzen im Wasserbade zusammengeschmolzen) ersetzt mit Vorteil das Wachs; es gehört dazu ein eigenes Gerät, um die flüssige Harzmischung in viele Perlen auf einmal einzubringen.[1])

---

[1]) Génie industr. Bd. 1, S. 271.

Zur Erzeugung von Glaskugeln und dergleichen (z. B. solche für Glühlichtlampen) ist eine eigenartige Glaskugel-Blasmaschine in Gebrauch gekommen.[1])

Eine drehbankartige Maschine ist mit zwei einander gegenüberstehenden Spindelstöcken versehen. Die Spindeln derselben sind hohl und drehen sich in gleicher Richtung mit gleicher, ziemlich grosser Geschwindigkeit. An dem Ort, welchen bei Drehbänken der Stichel einnimmt, befindet sich eine Glasblaselampe (I, 164), welche in ähnlicher Weise wie das Stichelhaus der Drehbank verschoben werden kann. Wenn man nun zwischen die beiden Spindeln eine Glasröhre spannt, wie eine Welle zwischen die Spitzen einer Drehbank, die Enden der Glasröhre gegen diejenigen der hohlen Spindeln (durch eingelegte Gummiringe) gut abdichtet und nun Pressluft eintreten lässt, während die Röhre sich rasch dreht, so erweitert sich letztere da, wo sie durch die Flamme der Lampe am meisten erwärmt wird. Durch geschickte Führung der Lampenflamme ist man imstande, auf diesem Wege sehr genaue hohle Glasgegenstände herzustellen.

5. Belegen der Spiegel.[2])

Die geblasenen oder gegossenen Spiegelgläser (S. 833, 838), werden w. o. beschrieben auf beiden Seiten geschliffen und poliert, um sowohl eine völlig ebene Fläche, als den höchsten Glanz zu erhalten; dann auf der Rückseite durch die Belegung mit Zinnamalgam undurchsichtig gemacht, wodurch sie erst zu wirklichen Spiegeln werden.

Nur die geringsten Spiegel werden, ohne vorausgehendes Schleifen und Polieren, in dem Zustande, wie sie von der Glashütte kommen, belegt.

Es geschieht mit Zinnamalgam (Belegung), weil dieses eine weisse Farbe und metallischen Glanz hat, also den angemessensten Hintergrund für die spiegelnde Glasfläche darbietet. Man breitet auf einem Tische, dessen Blatt eine ganz wagerecht gestellte, ebene und glatte Steinplatte ist, ein Blatt Staniol (Zinnfolie, S. 197) aus, welches ein wenig grösser sein muss als die Glastafel, weil Zusammensetzungen in dem Spiegel bemerkbar sein würden; streicht es glatt; giesst reines Quecksilber darauf, welches gleichmässig ausgebreitet wird; schiebt die sorgfältig gereinigte Glastafel gleichlaufend mit der Quecksilberfläche auf, um Luft, Staub und andern Schmutz auszuschliessen; und beschwert sie mit Gewichten oder presst sie mittels einer mechanischen Vorrichtung. Nach einiger Zeit wird die Glastafel (anfangs samt dem Tischblatte, nachher ohne dieses) etwas, dann allmählich mehr und mehr geneigt, bis sie zuletzt fast senkrecht steht, damit das überflüssige Quecksilber vollständig ablaufen kann. Hierzu sind bei grossen Spiegeln 2, 3 und selbst 4 Wochen erforderlich; bei solchen, die nicht über 1,2 *m* hoch sind, nur 2 bis 8 Tage. — Spiegel, an denen die Belegung auf einzelnen Stellen be-

---

[1]) D. p. J. 1883, **247**, 449 m. Abb., **249**, 93.

[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1847, Bd. 15, S. 193.
F. Fischer, Chem. Technolog., Leipzig 1889, S. 729.
D. p. J. 1834; **53**, 98.

schädigt ist, können mittels eines Verfahrens, das allerdings grosse Sorgfalt erfordert, so ausgebessert werden, dass von dem Fehler keine Spur bleibt.[1])

Statt des Belegens mit Zinnamalgam wendet man häufig die Versilberung (S. 857) an.[2])

Es wird dann das S. 857 angegebene Versilberungsverfahren benutzt oder das folgende. Nach vollständiger Reinigung des Glases überzieht man dasselbe mit einer Lösung von 1 T. Zinnchlorür in 100 T. destilliertem Wasser, dann mit einer solchen von 2 T. Ammonoxalat, 4 T. Traubenzucker, 1 T. Kalk, 1 T. Cyankalium in 1000 T. Wasser, endlich mit der üblichen aus Silbernitrat, Ammoniak und Weinsteinsäure zusammengesetzten Versilberungsflüssigkeit.[3])

Es ist auch empfohlen[4]), das zu versilbernde Glas mehrfach mit einer Lösung von 40 *mgr* Cyanquecksilber und 4 *g* Cyankalium in 60 *l* Wasser zu übergiessen, dann mit feinem Zinkpulver zu bestreuen und schliesslich mit Wasser gut zu waschen. Gut ist es, die Versilberung durch das galvanoplastische Verfahren mit einer dünnen Lage Kupfer (oder allenfalls Gold) zu überkleiden, um die braunmachende Einwirkung des in der Luft oft vorkommenden Schwefelwasserstoffes abzuhalten. Ein guter Lacküberzug wird in gleichem Sinne angewendet.

6. Glaser-Arbeiten.[5])

Die Hauptbeschäftigung des Glasers ist das Zuschneiden des Tafelglases und der Spiegel in die für den Gebrauch erforderliche Gestalt und Grösse, sowie die Befestigung der Glastafeln in Rahmen u. s. w.

Das Mittel zum Schneiden des Glases ist regelmässig der Diamant, Schneid-Diamant, ein roher (ungeschliffener) Diamantkristall, welcher in seiner Fassung mittels Zinnlot so befestigt wird, dass eine seiner Kanten in der zum Schnitte geeigneten Lage sich befindet. Bei richtiger Wirkung verursacht der Diamant im Schneiden nur ein leises Knistern, kein helles Kreischen; und macht einen feinen, nicht weiss aussehenden ($^1/_8$ bis $^1/_6$ *mm* tiefen) Spalt, nach dessen Richtung sodann das Glas durch einen leichten Druck oder Schlag, nach Umständen mehrere Schläge, rein abbricht. Um gerade Schnitte zu machen, führt man den Diamant längs eines Lineals; in krummen Linien wird er aus freier Hand bewegt, indem man als Richtschnur eine auf Papier gemachte Vorzeichnung unter das Glas legt, oder bei Spiegeln die Linie vorläufig in die Belegung einkratzt. Kreisförmige Scheiben können bequem und sehr genau geschnitten werden, wenn man den Diamant in einen Stangenzirkel einsetzt. Auch zur sichern Führung des Diamantes nach geraden Linien ist eine mechanische Einrichtung — namentlich für Mindergeübte — sehr dienlich.[6]) Um Glastafeln genau rechtwinklig und nach vorgeschriebenem Masse zu schneiden, empfiehlt sich eine verwandte Vorrichtung.[7])

---

[1]) D. p. J. 1852, **126**, 410 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1860, **157**, 202 m. Abb.; 1877, **225**, 78.
[3]) D. p. J. 1877, **226**, 645.
[4]) D. p. J. 1879, **234**, 492.
[5]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1836, Bd. 7, S. 18 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1849, **113**, 191.
[7]) D. p. J. 1859, **153**, 186 m. Abb.

Statt des Diamants wird zuweilen ein glashartes Stahlrädchen zum Ritzen des Glases verwendet[1]); das Abbrechen findet dann ebenso statt, wie nach Benutzen des Diamants.

Auch sprengt man das Glas mittels glühenden Eisens (S. 836) oder der sogen. Sprengkohle (S. 836).

Letztere besteht aus Holzkohlenpulver mit Gummiauflösung, Tragantschleim und Benzoetinktur — oder mit ein Sechzehntel Bleizucker und der nötigen Menge Tragantschleim — zu einem Teige geknetet und in runde federkieldicke Stäbchen geformt. Man lässt ein Ende dieser Kohle in der Lichtflamme anglimmen, macht an der Stelle des Glases, wo der Sprung anfangen soll, einen Feilstrich, und berührt diesen mit der Kohle. Sobald sich ein kleiner Sprung gebildet hat, rückt man vor demselben mit der Kohle langsam weiter, wodurch er sich nach Belieben fortsetzen lässt.

Ein als vorzüglich gerühmtes Verfahren, Hohl-Gläser abzusprengen, besteht darin, das Glas bis nahe zur bestimmten Höhe mit Öl zu füllen, und dann ein weissglühendes Eisen nur 5 *mm* tief einzutauchen; dadurch erhitzt sich die obere Ölschicht schnell und teilt der von ihr berührten Glaswand eine viel höhere Temperatur mit, als das Glas oberhalb des Ölstandes annimmt. Der hierdurch veranlasste Sprung fällt sehr regelmässig und glatt aus.

Das Kröseln, Abkröseln besteht in dem Wegbrechen kleiner Teile von den Rändern der Glasscheiben, wozu man sich eines einfachen hakenartigen Werkzeugs (Kröseleisen, Fügeeisen) bedient, mit welchem der wegzubrechende Teil angefasst und gewaltsam abgebrochen wird.

Das Schneiden mit der Schere. Um an Glastafeln von der Dicke, welche bei gewöhnlichem Fensterglase vorkommt (S. 840), Ecken und andere kleine Teile abzurunden, runde und ovale Scheiben zurechtschneiden u. s. w., dient gut eine Glasschere von folgender Einrichtung.

Sie gleicht im allgemeinen Aussehen einer Hand-Blechschere, ist aber mit grossen ovalen Ringen zum Einstecken der Hände versehen. Die Gesamtlänge kann 27 *cm* sein, wovon 7 *cm* auf den Abstand zwischen der Spitze und dem Mittelpunkte des Nietes kommen; die Länge der Schneiden beträgt 5 *cm*. Die 5 *mm* dicken, auf der innern Fläche wie bei anderen Scheren ein wenig hohl geschliffenen Blätter sind von aussen her durch eine einzige ebene Fläche von 7 bis 8 *mm* Breite so zugeschärft, dass der Kantenwinkel an den Schneiden sehr nahe = 45° ist. Bei der Handhabung der Schere benimmt man sich, wie wenn man Pappe schneiden wollte.

Das Glasbohren findet statt mittels einer Rennspindel (I, 592) oder eines Rollenbohrers, woran man einen Diamantsplitter als Bohrspitze gebraucht oder gewöhnliche stählerne Bohrspitzen anwendet, die man aber mit Terpentinöl fleissig benetzt. Grössere Löcher bohrt man mittels einer kupfernen Röhre und Schmirgel dergestalt, dass ein Scheibchen herausfällt.[2])

Dieses letztere Verfahren wird wohl auf der Drehbank ausgeübt, indem man die aus Kupferblech von $1\frac{1}{2}$ *mm* Dicke gebogene, in- und auswendig abgedrehte Röhre in einem Futter genau rundlaufend befestigt, auf der zu durchbohrenden Glasplatte eine zur Führung dienende, in die Röhrenhöhlung passende Korkscheibe festleimt und unter schnellem Umlaufen der Drehbankspindel fortwährend einen dünnen Brei von Öl und Schmirgel aufträgt. Gegen das Ende der Arbeit drückt man das Glas mittels eines ebenen Stückes harten Holzes

[1]) D. p. J. 1874, **211**, 344 m. Abb.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 590 m. Abb.

gegen die Kupferröhre, damit der Rand des Loches nicht ausbröckelt. Zu Löchern von weniger als 6 *mm* Durchmesser wird statt der kupfernen Röhre ein voller Kupferstift mit ebener Endfläche gebraucht. Um Löcher zu erweitern, bedient man sich fünfkantiger mit Terpentinöl benetzter Reibahlen (S. 308), bei grösserem Durchmesser eines verjüngten Zapfens von Lindenholz mit Schmirgel und Öl in der Drehbank.

Statt Terpentinöles zum Benetzen der stählernen Bohrer wird auch verdünnte Schwefelsäure empfohlen, mit deren Anwendung man auf der Drehbank, Hobelmaschine u. s. w. Glas ebenso leicht wie Metall mit den gewöhnlichen stählernen Werkzeugen bearbeiten kann: es fragt sich aber, wie die Säure auf die Werkzeuge selbst wirken wird. — Grosse Löcher in Glastafeln soll man auf die Weise gut hervorbringen können, dass man die Stelle mit einem Thonrande einfasst, etwas venetianischen Terpentin darauf giebt und diesen anzündet. Nach dem Ausbrennen lässt sich die erhitzte Stelle leicht und ohne Sprünge zu erzeugen durchstossen. — Kleine Löcher können in dünnen Glasplatten einfach mit der Spitze eines Grabstichels (den man mit Terpentinöl befeuchtet und gehörig dreht) aus freier Hand gebildet werden.

Das Feilen des Glases geht leicht und schnell mit einer gewöhnlichen Feile, ohne erheblichen Schaden für diese, von statten, wenn man die Feile immer mit Terpentinöl (worin etwas Kampher aufgelöst sein kann) feucht erhält. Die aus Schmirgel und Schellack zusammengesetzten Schmirgelfeilen (S. 302), welche nur mit Wasser benetzt werden, taugen hier vortrefflich.

Die gehörig zugerichteten Glastafeln werden in den Fensterrahmen entweder eingekittet oder mit Blei befestigt (Verbleien der Fenster). Das Verkitten, welches das gewöhnlichste Verfahren ist, geschieht mittels des aus altem Leinölfirnis und feinzerstossener Kreide im Mörser zusammengekneteten Glaserkittes, welcher schneller trocknet und zäher (haltbarer) wird, wenn man ihm auf 3 T. Kreide 1 T. Bleiweiss zusetzt. Zum Verbleien dient das Fensterblei, Glaserblei, welches in Stäbchenform gegossen und nachher durch ein eigentümlich gebautes kleines Walzwerk (den Bleizug) in die Länge gestreckt wird.[1] Die Ränder der Glastafeln greifen in Nuten des Bleies, und letzteres wird, nachdem es mit dem Bleimesser oder dem Glaser-Meissel[2]) gehörig zugeschnitten, mit dem Lötkolben verzinnt und zusammengepasst ist, mittels des Kolbens und Schnelllot gelötet.

Statt des Fensterbleies wird zuweilen das auf gleiche Weise hergestellte Fensterzinn angewendet, welches durch grössere Steifheit, schönere Farbe und Nichtoxydierbarkeit den Vorzug hat. — Alter Glaserkitt muss, wenn man ihn von den damit befestigten Glastafeln entfernen will, mit Meissel und Hammer abgenommen werden, was leicht für das Glas gefährlich ist; besser thut man daher, den Kitt vorläufig mit einem Brei zu überdecken, der ihn erweicht: man mengt nämlich gute Pottasche mit gleichviel frisch gebranntem Kalk, welcher durch Besprengen mit Wasser zu Pulver zerfallen ist, setzt Wasser in der erforderlichen Menge und auch (um das schnelle Trocknen zu verhindern) etwas grüne Seife zu.

Fensterglas nimmt, in feuchten Magazinen aufbewahrt, oft einen regenbogenfarbigen Schimmer an; unter dem Einflusse der Witterung und gewisser Ausdünstungen geht diese Veränderung viel weiter und zwar bis zum Abschuppen der Oberfläche, wie man an den Fenstern von Gewächshäusern, Pferde-

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1830, Bd. 2, S. 389 m. Abb.
[2]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1838, Bd. 9, S. 570 m. Abb.

ställen u. s. w. beobachtet. Dabei verliert die Glasmasse Kali und Natron nebst ein wenig Kieselerde, nimmt aber Wasser auf. Solange sich diese Erscheinung auf das Hervorkommen der Farben beschränkt und die Oberfläche noch nicht ihre Glätte verloren hat, kann man durch Waschen mit verdünnter Flusssäure helfen.

Es sei hier noch angeführt: Das Kitten von Glas an Glas (mit weingeistiger Hausenblasen- oder Mastixauflösung), oder von Glas an Metall (mit geschmolzenem Siegellack, Schellack u. s. w.).

Der beste und schönste Kitt, um Glas (und Porzellan) im Bruche zu kitten — unter dem Namen Diamantkitt vorkommend — ist folgender: 2 T. Hausenblase werden sehr fein zerschnitten, mit 16 T. Wasser 24 Stunden lang eingeweicht, dann bis auf die Hälfte eingekocht, mit 8 T. Weingeist vermischt und durch Leinwand geseiht. Diese Flüssigkeit wird noch heiss vermischt mit der Auflösung von 1 T. Mastix in 6 T. Weingeist, und zu dem Ganzen fügt man $^1/_2$ T. Ammoniak-Gummi in der Art, dass man letzteres für sich möglichst fein zerreibt, und von der Flüssigkeit allmählich zusetzt, bis das Gemenge recht gleichförmig ist. Beim Gebrauch macht man den Kitt sowohl als die Bruchstücke warm, bestreicht die zu kittenden Flächen, lässt sie trocknen, bestreicht sie nochmals und drückt sie aneinander. Nach 5 bis 6 Stunden ist der Kitt erhärtet. — Wo es nicht schadet, dass die Kittfuge sehr sichtbar ist, kann man Glas auch mit einer zusammengeschmolzenen Mischung von 2 T. Schellack und 1 T. Terpentin kitten; oder mit 2 T. gepulverten gebrannten Austernschalen und 1 T. gepulvertem arabischen Gummi, wozu man so viel Eiweiss (oder auch nur Wasser) nimmt, dass ein dicker Brei entsteht; oder mit 4 T. gemahlenem (gebranntem) Gips und 1 T. fein gepulvertem arabischen Gummi, durch Wasser zum Brei gemacht, nötigenfalls durch zugemischte farbige Pulver gefärbt. Eine Auflösung von Bernsteinkolophonium in dem $1^1/_2$fachen Gewichte Schwefelkohlenstoff giebt einen guten Kitt ab; sie wird mit einem Pinsel rasch aufgestrichen, wonach man die Stücke ohne Verzug aneinander drückt: das Trocknen erfolgt fast augenblicklich. — Glaskitt für gröbere Gegenstände bereitet man aus 3 T. Bleiglätte, 2 T. frisch gebranntem gepulverten Kalk, 1 T. weissem Bolus und der erforderlichen Menge Leinölfirnis; dieser Kitt wird ohne Erwärmung angewendet. — Ein guter durchsichtiger Glaskitt soll erhalten werden, indem man 1 T. Kautschuk in 64 T. Chloroform auflöst, dann 16 T. Mastix zufügt und das Ganze acht Tage stehen lässt. — Um Glas in Metallhülsen festzukitten, dient (warm aufgetragen) eine aus 8 T. Kolophonium, 2 T. weissem Wachs und 4 T. Englischrot (Eisenoxyd) zusammengeschmolzene Mischung, die man mit 1 T. venetianischem Terpentin versetzt und dann bis zum Erkalten umrührt; oder Schellack, den man behutsam (um Überhitzung zu vermeiden) mit einem gleichen Gewichte sehr feinen Bimssteinpulvers zusammenschmelzt (vgl. S. 368).

III. Abschnitt.

Verfertigung der Thonwaren.[1])

Die Thonbearbeitung hat im allgemeinen die Aufgabe zu erfüllen, die verschiedenartigen Rohstoffe, welche man Thon nennt, vorzubereiten, aus ihnen Gegenstände zu gestalten, diesen durch starkes Erhitzen (Brennen) Dauerhaftigkeit zu verleihen und ihre Oberflächen nach Bedarf zu verzieren.

Thon ist ein Gemenge von Thonerdesilikat (eigentlichem Thon) mit Quarz und verschiedenen anderen Stoffen, welches von der Verwitterung vieler Gesteinsarten herrührt. Der unverwitterbare Rest dieser Gesteine (Orthoklas, Albit, Gneis, Porphyr, Granit u. s. f.) ist entweder da liegen geblieben, wo das Gestein sich befand (primäre, erste Lagerung), oder wurde fortgespült und nach dem Gewicht und der Korngrösse in mehrere Gruppen gesondert (I, 499 bis 503), welche sich an verschiedenen Orten ablagerten (sekundäre, zweite Lagerung) und ein beschränkteres Gemenge bilden, als die Thone erster Lagerung. Jedenfalls sind aber erhebliche Verschiedenheiten dieser Thonarten vorhanden, welche

---

1) Prechtl, Technolog. Encykl. 1852, Bd. 18, S. 333; — Karmarsch & Heeren, Technolog. Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. 9 (Prag 1888), S. 238; — Ferd. Fischer, Handbuch der chemischen Technologie, Leipzig 1886; — C. Hartmann, Die Thonwarenfabrikation, Quedlinburg und Leipzig 1850; — Bastenaire-Daudenart, Die Kunst, ordinäre Töpferware, sowie Ofentafeln, feines und ordinäres Steinzeug anzufertigen, deutsch von Schmidt, Weimar 1836; — Bastenaire-Daudenart, Die Kunst, weisses Steingut mit durchsichtiger Glasur anzufertigen, deutsch von Frick, Ilmenau 1832; — L. Fr. Schumann, Die Kunst, durchsichtiges Porzellan und weisses Steingut mit durchsichtiger Glasur anzufertigen, Weimar 1835; — K. Strale, Theorie und Praxis in der Fabrikation des weissen Feldspat-Porzellans und dessen Dekorierung mit Starkfeuer-Farben, Weimar 1868. — Tenax, Steingut und Porzellanfabrikation, Leipzig 1879; — P. Schaller, Der wohlunterrichtete Ziegler, Ilmenau 1828; — N. Schönauer, Praktische Darstellung der Ziegelhüttenkunde, Salzburg 1815; — J. F. Riemann, Praktische Anleitung zur Kenntnis der Ziegeleien und Ziegler-Arbeiten, Leipzig 1800; — J. Ch. Eiselen, Ausführliche theoretisch-praktische Anleitung zum Ziegelbrennen mit Torf, Berlin 1802; — Fr. Neumann, Die Ziegelfabrikation, Weimar 1866; — E. Heusinger v. Waldegg, Die Ziegelfabrikation, Leipzig 1876; — J. F. Rühne, Lehrbuch der Kalk-, Cement-, Gips- und Ziegelfabrikation, Braunschweig 1877.

auf die Verarbeitung der letzteren, wie auch auf die Art der entstehenden Ware von grossem Einfluss sind.

Bei Glühhitze verliert der Thon sein Hydratwasser und damit die Eigenschaft, durch Wasser erweicht zu werden (seine Aufschlämmbarkeit); er bildet dauernd eine steinartige, porige und noch leicht zerreibliche Masse. Mit steigender Glühtemperatur wird das Gefüge des Thones dichter, er selbst härter, klingend, zeigt aber noch erdigen Bruch. Die Kieselsäure treibt die Kohlensäure, das Chlor die Schwefelsäure aus; erstere bildet mit den Alkalien, dem Kalk, der Magnesia und dem Eisenoxyd Silikate und diese geben mit dem Thonerdesilikat leichtflüssige Doppelsilikate, vermöge deren der Thon mehr und mehr sintert und schliesslich schmilzt. Es sind daher die Thonwaren auch sehr verschieden, je nach der Glühtemperatur, welche man bei ihrem Brennen anwandte.

Ein grosser Teil der Thonwaren wird mit einem glasartigen, glänzenden Überzug (Glasur) versehen, teils um das Aussehen der Gegenstände zu verschönern, teils um das Eindringen von Flüssigkeiten zu verhindern, teils um ihre Reinigung zu erleichtern. In gewissen Fällen werden die Thonwaren bemalt, vergoldet u. s. w., um sie als Prunkstücke dienen zu lassen.

Es giebt demnach mannigfache Thonwaren, deren folgerichtige Einteilung nicht leicht ist. Karmarsch zerlegte die Thonwaren nach dem Scherben, d. h. nach ihrem an der Bruchfläche erkennbaren Innern in zwei grosse Gruppen, reihte im übrigen aber die einzelnen Gattungen nach ihrer Wertigkeit aneinander, wie folgt:

A. Thonwaren, die aus einer durch das Brennen (bei mässiger Glühhitze) zwar erhärteten, aber nicht zusammengesinterten Masse bestehen, daher porig und nicht sehr hart sind. — Kennzeichen sind: dass eine reine Bruchfläche matt, rauh aussieht, Wasser einsaugt, an der Zunge klebt; und leicht, mit dumpfem Geräusch, von der Feile angegriffen wird.

a. Gewöhnliche Mauerziegel (Backsteine, Mauersteine), Dachziegel (Dachsteine) und Pflasterziegel (Fussbodenziegel, Fliesen), Drainröhren. Aus Lehm, zuweilen auch aus magerem Töpferthon oder Thonmergel (denen man oft Sand beimischt, um sie noch magerer zu machen) verfertigt; meist rot von Farbe; die Dachziegel in seltenen Fällen mit einem Glasüberzug versehen. — Die gewöhnlichen Mauerziegel haben das Einheitsgewicht 1,87 bis 2,00.

b. Feuerfeste Mauersteine, Chamottesteine, Porzellanziegel, Ofenziegel, welche in starker Glühhitze nicht schmelzen und daher zum Ofenbau u. s. w. sehr wichtig sind; werden gewöhnlich aus feuerfestem Thon, der sich weiss oder schwach gelblich brennt, mit Zusatz von Chamotte (gebranntem zu gröblichem Pulver gestampften Thon derselben Art oder gepochten Porzellanscherben) gemacht. Ihr Einheitsgewicht schwankt zwischen 2,20 und 2,89. — Auch ein in richtigem Verhältnis bereitetes Gemenge von feuerfestem Thon mit Quarzpulver giebt gute feuerfeste Steine; am besten ist es von dem Thon nur so viel zuzusetzen, als zur Bindung unbedingt nötig (Quarzziegel), oder statt des Thones einen geringen Zusatz (1,5 bis 2 %) Kalk zu verwenden (Dinasziegel)[1]).

Der Name Chamotte (Schamott) bezeichnet auch das Gemenge von rohem und gebranntem Thone, woraus die feuerfesten Ziegel geformt sind, und

[1]) Deutsche Ind.-Ztg. 1871, S. 384.

welches mit Wasser steif angemacht statt Mörtel beim Aufbauen von Öfen u. s. w. aus solchen Ziegeln angewendet wird.

c. Gemeine Töpferware (irdene Ware, Töpferzeug, Töpfergut) begreift das gewöhnliche Kochgeschirr und die mit demselben übereinstimmenden Gefässe (z. B. die geringen Blumentöpfe), desgleichen die thönernen Öfen und Ofenkacheln. Der Rohstoff ist Töpferthon oder Thonmergel; die Glasur entweder sogenannte Bleiglasur (s. unten), teils in ihrer natürlichen gelblichen Farbe und Durchsichtigkeit, teils mittels Metalloxyden blau, braun, grün gefärbt: oder eine weisse, undurchsichtige Zinnglasur.

d. Terracotta, d. i. gebrannte Thonware zur Nachahmung gewisser antiker Erzeugnisse dieses Faches. Es gehören dahin thönerne Bau-Ornamente von sogenannter künstlicher Steinmasse, namentlich Gesimsstücke, Rosetten und allerlei andere Verzierungen aus sorgfältig gereinigtem (geschlämmtem), dann mit feingepochten Ziegel- oder Ofenkachel-Scherben versetztem Töpferthon; ferner Vasen u. dgl. aus sehr feinem gelben, roten, braunen oder schwarzen Thon; Fussbodenplatten und Mosaiksteine von ebenso fein zubereitetem, sich weiss, rot oder gelb brennenden, oft durch Zusätze braun, grün, blau, schwarz u. s. w. gefärbten Thon.

e. Schmelztiegel. In Deutschland sind hauptsächlich zwei Arten gebräuchlich: die hessischen oder Almeroder Tiegel und die Ipser, Passauer, Graphit- oder schwarzen Tiegel. Erstere bestehen aus einem Gemenge von feuerfestem Thone und ziemlich grobem Sande, werden mässig stark gebrannt; letztere, wozu die Masse aus feuerfestem Thon und Graphit gemischt ist, kommen sehr schwach gebrannt in den Handel. Die Glashäfen (S. 827), die Tiegel zum Schmelzen des Gussstahles u. s. w. werden aus einer Masse verfertigt, welche mit jener der feuerfesten Mauersteine (S. 878) übereinstimmt: dem Gemenge für Stahltiegel setzt man wohl auch noch gepulverten Kokes zu, sowie (um das Zerfallen und Undichtwerden bei etwa erfolgendem Zerspringen zu verhüten) auch wohl Asbest in zerkleinertem Zustand.

f. Geringe Fayance, unrichtig: weisses Steingut (vgl. S. 881 unter D), in einigen Gegenden Majolika genannt), aus gut gereinigtem, nach dem Brennen mehr oder weniger rötlichem Töpferthon oder Thonmergel, mit weisser (nach Art der Milchfarbe etwas ins Gelbliche ziehender) undurchsichtiger Zinnglasur, oft mit einfacher Malerei. Als Speisegeschirr gebräuchlich. — Die braune Fayance der Franzosen ist eine etwas feine Töpferzeugart mit brauner Bleiglasur. Derselben reihen sich verwandte Erzeugnisse an, z. B. die englische gelbe Fayance aus blassrötlichem Körper mit strohgelber Bleiglasur, und die englische braune Fayance mit durchscheinender bleihaltiger Glasur auf blassrötlichem Körper.

g. Feine Fayance, uneigentlich englisches Steingut (vgl. S. 881 unter E), von weissem feuerfesten Thone (der gewöhnlich einen Zusatz von gemahlenem Feuerstein erhält), mit durchsichtiger Glasur, welche ein farbloses bleioxydhaltiges Glas ist. Diese Ware wird häufig mit feiner Malerei, mit Kupferstichabdrücken, seltener mit Vergoldung ausgestattet.

h. Tabakpfeifen. Die weissen (kurz- und langstieligen) sog. kölnischen Pfeifen bestehen aus weissem feuerfesten Thon (Pfeifenthon); die roten ungarischen und türkischen Pfeifenköpfe aus einem stark eisenoxydhaltigen Thon oder aus einem Gemenge von fettem Thon und Ziegelmehl. Letztere werden oft mit gepulvertem Rötel eingerieben.

B. Thonwaren, deren Masse durch sehr starkes Brennen zusammengesintert ist, einen hohen Grad von Härte und eine fast glasähnliche Dichtigkeit besitzt. Man erkennt diese Beschaffenheit daran, dass die Masse am Stahle Funken schlägt, stark klingt, von der Feile schwer, mit hellem Kreischen angegriffen wird; die Bruchflächen glatt, schwach glänzend erscheinen, Wasser nicht einsaugen und nicht an der Zunge kleben. Die Waren dieser Gattung zerspringen bei raschem Temperaturwechsel viel leichter als jene der ersten Abteilung.

a. Klinker, verglaste Ziegel (vorzüglich in Holland verfertigt), von schmelzbarem (kalkhaltigem) Thon, so stark gebrannt, dass sie durch und durch

die halbglasige, zusammengesinterte Beschaffenheit angenommen haben; vortrefflich als Pflasterung, selbst zu Landstrassen. Ihre Farbe ist gelb, braunrot, blaurot oder blaugrau; ihr Einheitsgewicht beträgt 1,52 bis 2,29. Die holländischen messen durchschnittlich 220 *mm* in der Länge, 97 *mm* in der Breite, 43 *mm* in der Dicke.

b. Geringes Steingut (vgl. S. 881 unter G), Steinzeug, woraus die Mineralwasserkrüge, ferner Milchnäpfe, Töpfe (nur nicht zum Gebrauch am Feuer), Wassergefässe für Küchen, einige grössere Gerätschaften für chemische Zwecke u. s. w. gemacht werden. Von farbigem feuerfesten Thone, daher braun, braunrot oder grau, zuweilen unglasiert, gewöhnlich aber mit einer dünnen Glasurrinde versehen, welche dadurch entsteht, dass man während des Brennens Kochsalz in den Ofen wirft und verdampfen lässt. Manchmal wendet man Hohofenschlacken zum Glasieren an, die dann im gepulverten Zustande vor dem Brennen aufgetragen werden.

c. Feines Steingut, Wedgwood (vgl. S. 881 unter F) aus feuerfestem, sich weissbrennenden Thone, dem man durch Beimischung von Schmelzmitteln (Quarzpulver, Gips u. s. w.) eine vermehrte Neigung zum Zusammensintern erteilt, und den man oft durch Zusatz von Metalloxyden verschiedentlich (gelb, blassgrün, blau, braun, schwarz) färbt, teils durch und durch, teils nur in einer oberflächlichen angegossenen Schicht. Glasiert wird diese Ware gewöhnlich nicht; verziert aber sehr oft durch aufgelegte Erhabenheiten andersfarbiger Thonmasse. Kommt eine Glasur zur Anwendung, so ist sie bleioxyd- oder boraxhaltig, durchsichtig.

Porzellan, die feinste unter allen Thonwaren, von weisser Farbe, mit farbloser, durchsichtiger, sehr glänzender Glasur; durchscheinende Masse. Der Rohstoff dazu ist ein erdiger Körper mit mehreren Zusätzen (Flussmitteln), welche das Zusammensintern im Brennfeuer befördern und die durchscheinende Beschaffenheit erzeugen. Die Verzierung durch Malerei, Vergoldung u. s. w. ist bekannt. Man muss folgende zwei Arten unterscheiden.

d. Hartes Porzellan, echtes Porzellan, Steinporzellan, Feldspatporzellan hat zum Grundstoff Kaolin (Porzellanerde, z. B. 70% des Ganzen), bekommt als Flussmittel Zuschläge von Gips, Feldspat, Kalksandstein, Kalkstein, Kreide, Quarz; die Glasur besteht aus denselben Stoffen wie der Körper, nur mit einem grössern Verhältnisse an Flussmitteln (enthält weder Kali oder Natron — ausser sofern diese im Feldspat vorhanden sind —, noch Bleioxyd). — Das Einheitsgewicht dieser Porzellanart beträgt 2,075 bis 2,493. — Unglasiertes, daher mattes Steinporzellan nennt man, weil es namentlich zu Statuen u. dgl. üblich ist, wohl im besondern Statuenporzellan (vgl. S. 881 unter H).

Das Berliner Sanitätsgeschirr (Gesundheitsgeschirr) besteht aus einer Mischung von Porzellanmasse und feuerfestem (Pfeifen-) Thon, namentlich 46 Kaolin, 37,5 Thon, 16,5 Feldspat, hält also die Mitte zwischen eigentlichem Porzellan und feinem Steingut; die Glasur ist dieselbe wie auf Porzellan.

e. Weiches Porzellan, weniger strengflüssig, weniger hart und bei raschem Temperaturwechsel leichter springend, als das vorige, zerfällt in zwei Unterarten:

Englisches Porzellan (in England allgemein gebräuchlich) besteht aus Kaolin, dem Pfeifen- oder Porzellanthon und kalzinierter Feuerstein beigemischt ist, wozu als Flussmittel Pegmatit (ein mit Quarz durchwachsener Feldspat), zersetzter Granit (aus Quarz und Feldspat mit sehr wenig Glimmer bestehend), Gips, Knochenasche, Apatit kommen. Die Glasur wird aus verwittertem Granit, Feuerstein, Borax, meist auch Bleioxyd, zusammengesetzt.

Frittenporzellan, Glasporzellan (in Frankreich und Italien im vorigen Jahrhundert viel, jetzt nur noch von einigen Fabriken verfertigt). Dem Grundkörper, welcher aus Kreide und gipshaltigem Mergel besteht, wird als Flussmittel in sehr bedeutender Menge eine ordentliche Glasfritte aus Sand, Soda, Kochsalz, Salpeter, Alaun, Gips zugesetzt. Die Glasur ist ein farbloses bleioxydhaltiges Glas, hauptsächlich aus Mennige, Soda, Sand, oft auch Borax bereitet. Die Ware ist sehr stark durchscheinend und zerspringt sehr leicht

beim Erhitzen. Sie bildet gleichsam einen Übergang vom echten Porzellan zu dem Bein- und Milchglase (S. 850).

Zu Statuen gebraucht man in England eine dem vorstehend erwähnten englischen Porzellan ähnliche Masse von mildem gelblichen Farbenton, welche — obschon unglasiert — eine wachsartig oder fettig schimmernde Oberfläche zeigt (Parian, nach der Ähnlichkeit mit parischem Marmor genannt); und eine andere, den karrarischen Marmor nachahmend, zwischen Parian und Steinzeugmasse die Mitte haltend, weniger durchscheinend und weisser als jenes (Carrara).

Platten von Frittenporzellan, unglasiert, gleich Spiegelgläsern fein geschliffen, aber ohne Glanz, geben sehr brauchbare und schöne Schreibtafeln ab, worauf mit Bleistift geschrieben und das Geschriebene wie auf Schiefertafeln mit einem nassen Schwamme wieder weggewischt werden kann.

(Eine Masse ganz eigentümlicher Art ist jene der sogenannten Porzellanknöpfe; sie besteht nämlich entweder nur aus höchst fein gepulvertem, durch Auslaugen mit Salzsäure von Eisenoxyd gereinigten Feldspat oder aus solchem Feldspat und einem kleinen Zusatze von Knochenasche: in beiden Fällen wird sie nicht feucht, sondern als trockenes Pulver verarbeitet, welchem man dadurch Bindkraft giebt, dass man es mit sehr wenig Milch oder ganz dünnem Mehlkleister oder Steinkohlenteer vermischt. Durch Zusatz von Metalloxyden kann man verschiedene Farben geben.)

Besser dürfte die von Hartig angegebene [1]) Ordnung der Thonwaren sein, welche hier angeführt werden soll.

Hartig unterscheidet zunächst unter dichter und nicht dichter Beschaffenheit des gebrannten eigentlichen Thonkörpers, des sogenannten Scherbens, und zwar in dem Sinne, dass dichter Scherben gar kein, oder doch nur wenig Wasser (bis höchstens 2,2 % des Gewichts) aufsaugt, undichter Scherben dagegen bedeutendere Wassermengen und zwar begierig aufnimmt. Er unterscheidet ferner nach der Färbung des Scherbens (weiss oder nicht weiss) und nach dem Zustande der Oberfläche in glasierte und unglasierte, lackierte und unlackierte Ware und gelangt so zu folgender Ordnung:

A. Irdenware, d. i. jedes unglasierte, nicht lackierte undichte Erzeugnis aus farbig gebranntem Thon (Drainröhren, unglasierte Blumentöpfe, gewöhnliche Mauerziegel, sogen. Terrakotten).

B. Lackware, d. i. jede unglasierte, lackierte, im Scherben undichte, farbig gebrannte Thonware (Siderolith, mit Lackfarben bemalte Terrakotten).

C. Verglühgut, d. i. jedes unglasierte, undichte Erzeugnis von weissgebranntem Thon (Thonzellen für galvanische Elemente, Thonpfeifen u. dgl.).

D. Schmelzware, d. i. jede glasierte Thonware mit farbig gebranntem undichten Scherben (glasierte Töpferware, Delfter Ware, Fayence, Majolika u. s. w.).

E. Steingut, d. i. jede glasierte Thonware mit weissgebranntem undichten Scherben (Steingut).

F. Klinkerware, d. i. jedes unglasierte dichte Erzeugnis aus farbig gebranntem Thon (Klinker, Wedgwood, Chromolith).

G. Steinzeug, d. i. jede glasierte Thonware mit farbigem, dichten Scherben (glasiertes Steinzeug).

H. Mattes Porzellan, d. i. jedes unglasierte dichte Erzeugnis aus weissgebranntem Thon (Biskuit-Porzellan).

I. Glanz-Porzellan, d. i. jede glasierte Thonware mit dichtem, weissen Scherben (Glasur-Porzellan).

Behufs übersichtlicher Darstellung der zum Erzeugen dieser Thonwaren dienenden Arbeiten, Werkzeuge und Einrichtungen sind zu erörtern: 1) die Thonarten, bezw. ihr Verhalten bei der Verarbeitung und

[1]) Civilingenieur 1888, S. 653.

nach Fertigstellung der Thonware; 2) die Reinigung und Mischung des Thones; 3) die Gestaltung der Thongegenstände; 4) das Brennen derselben; 5) das Verzieren, bezw. die Oberflächenbearbeitung der Thonware.

1. Der Thon.

Die Thonarten sind Verbindungen von Kieselerde und Alaunerde (Thonerde), vermengt mit mehr oder weniger fremden Stoffen. Von der Art und Menge der letzteren, sowie von dem äusserst wandelbaren Mengen-Verhältnisse zwischen den genannten beiden wesentlichen Bestandteilen rühren die ausserordentlich grossen Verschiedenheiten in den Eigenschaften des Thones her. Die in den gewöhnlichen Thonarten teils mehr, teils weniger vorkommenden Verunreinigungen sind folgende: Überschüssige, in Gestalt von mehr oder weniger feinem Sande eingemengte (durch Schlämmen zu trennende) Kieselerde; kohlensaurer Kalk, fein zerteilt und daher nur bei chemischer Untersuchung zu entdecken, oder in grösseren leicht bemerkbaren Stücken; Schwefelkies ebenfalls in grösseren oder kleineren Teilen; Bittererde; Eisenoxydhydrat oder Eisenoxydoxydul; Manganoxyd, in geringer Menge; mehr oder weniger vermoderte Pflanzenteile.

Am schädlichsten sind kohlensaurer Kalk und Schwefelkies, wenn sie in gröberen Körnern oder gar in grossen Stückchen eingemengt vorkommen; höchst fein eingesprengt verschlechtern sie zwar die Masse im ganzen, bewirken aber wenigstens keine ungleichförmige Beschaffenheit derselben. — In dem rohen lufttrocknen Thone ist ein mehr oder weniger beträchtlicher Wassergehalt vorhanden, welcher durch Trocknen bei 100° C. nicht gänzlich ausgetrieben, sondern nur auf 4 bis 19% vermindert wird; die vollständige Austreibung des beigemischten Wassers erfolgt erst bei etwa 300° C. Der bei 100° C. getrocknete Thon enthält zwischen 17 und 45% Alaunerde neben 40 bis 71% Kieselerde, von welcher letztern ein Sechstel bis zur Hälfte und darüber als teils gröberer, teils feinerer mechanisch eingemengter Sand vorhanden ist.

Die für die technische Verarbeitung des Thones wichtigsten Eigenschaften desselben sind folgende:

a. Die Farbe. Im natürlichen Zustande sind einige Thone weiss, andere gelblich oder braungelb, braun, grau, bläulich, grünlich. Die Farben rühren jederzeit von fremden Beimischungen her, denn reiner Thon ist weiss. Nach dem Glühen (Brennen) ist weisser Thon, der eine geringe Menge Eisen enthält, oft gelblich oder rötlich; dagegen farbiger, dessen Färbung nur von verbrennlichen Pflanzenresten herrührte, weiss; die übrigen verändern ihre Farbe und werden mehr oder weniger rötlich, rotgelb oder rot (bei sehr anhaltendem Brennen braun, bräunlich- oder schwärzlich-grau), was immer einen erheblichen Eisengehalt anzeigt. Zu den feinsten Thonwaren eignet sich nur solcher Thon, der nach dem Brennen weiss erscheint, und dieser ist gewöhnlich auch schon im rohen Zustande weiss oder sehr wenig gefärbt.[1])

b. Die Bildsamkeit (Plastizität). Der trockene Thon saugt begierig Wasser ein und lässt sich damit zu einem Teige kneten, welcher

---

[1]) Vgl. Über die natürlichen Farben und die Verfärbungen heller Ziegelsteine: D. p. J. 1873, **207**, 378.

durchaus nicht elastisch, mehr oder weniger zäh und durch Drücken zwischen den Händen formbar (bildsam, plastisch), zur Annahme feiner Eindrücke geeignet ist. Thonarten, welche in hohem Grade plastisch sind, nennt man lang (weil sie im angemachten Zustande sich lang ziehen lassen) oder fett (wegen des schlüpfrigen Anfühlens); das Gegenteil davon ist kurzer oder magerer Thon, welcher sich rauh, sandig anfühlt, im angekneteten Zustande leicht abreisst oder bricht, und wenig Bildsamkeit besitzt.[1])

Je fetter der Thon ist, desto schwieriger lässt er im nassen teigartigen Zustande das Wasser durch Verdunstung fahren, desto langsamer trocknet er also. Das Wasser haftet im angemachten Thone so fest, dass es durch Pressen gar nicht oder nur zu sehr geringem Teile abgesondert werden kann; selbst aus sehr mageren, mit viel Sand oder anderen fremden pulverigen Stoffen versetzten Massen ist ein bedeutender Anteil Wasser durch Pressen nicht zu entfernen. Ebensowenig lässt roher Thon, der einmal durchnässt ist, das ferner mit ihm in Berührung kommende Wasser durch sich hindurch filtern, auch wenn es unter starkem Drucke wirkt; daher die Tauglichkeit des Thones zum Wasserdichtmachen von Erdgruben, hölzernen Wänden, u. s. w.

c. Das Schwinden. Wird der mit Wasser angeknetete Thon an der Luft oder durch Anwendung von Hitze getrocknet, so verkleinert sich sein Rauminhalt mehr oder weniger. Diese Erscheinung nennt man das Schwinden. Ein und derselbe Thon schwindet desto mehr, je nasser er gewesen ist, je stärker die etwa angewendete Hitze war und je länger die Einwirkung derselben gedauert hat. Wegen des zuerst genannten Umstandes ist es daher, wenn man das Schwinden möglichst verringern will, von Wichtigkeit, den Thon mit wenig Wasser (recht steif) zu verarbeiten. Fetter Thon schwindet im allgemeinen mehr als magerer. Findet die Austreibung des Wassers (beim Trocknen oder Brennen) zu rasch oder auch in verschiedenen Teilen eines Stückes ungleichmässig statt, so ist die Folge, dass der Thon reisst (Sprünge, Borsten bekommt) oder wenigstens seine Gestalt verändert, windschief wird (sich verzieht).

Stark schwindender Thon ist natürlich auch am meisten dem Verziehen und Reissen unterworfen. Thongegenstände, welche überhaupt von geringer Dicke und etwa noch dazu an verschiedenen Stellen ungleich dick sind, verziehen sich am leichtesten; das Reissen tritt dagegen am häufigsten bei dicken Stücken ein, weil diese die Feuchtigkeit aus dem Innern schwierig entlassen. Zu unterscheiden sind diejenigen Risse oder Borsten, welche im Thone zurückbleiben, wenn derselbe kleine Pflanzenreste enthielt, die beim Brennen zerstört werden; und solche, welche von eingemengtem Schwefelkiese (durch dessen chemische Zersetzung in der Brennhitze) veranlasst werden.

Der Betrag des Schwindens, im Brennen der bereits luftrockenen Gegenstände, ist bei den verschiedenen Gattungen der Thonwaren zu ungleich, um genaue und bestimmte Angaben hierüber zu gestatten. Er schwankt — in bezug auf eine Abmessung betrachtet — bei geringer Schmelzware zwischen 10 und 15, bei Steinzeug zwischen 8 und 10, bei Porzellan zwischen 7 und 17 %: demnach ist im allgemeinen die Verkleinerung der Oberfläche = 14 bis 31, die des körperlichen Inhalts = 20 bis 43 % anzunehmen. Ebenso verschieden stellt sich das vorausgehende Schwinden der frischgeformten Masse beim Trocknen

[1]) Vgl. Über Bildsamkeit und Schwinden des Thones: Notizbl. d. deutschen Zieglervereins, IX. Jahrgang, S. 167, 339; X. Jahrg. S. 131. D. p. J. 1875, **215**, 136.

an der Luft; an Mauerziegeln wurde dieses beispielsweise = 11 % in der Länge, $11\frac{1}{2}$ % in der Breite, $13\frac{1}{4}$ % in der Dicke beobachtet (die Masse der frischen Steine waren hier: 274, 136 und 65 *mm*). Folgende Reihe von Beobachtungen umfasst das Schwinden beim Trocknen und beim nachfolgenden Brennen in schwächerer und in stärkerer Hitze in bezug auf Ziegel, von welchen ein Teil gelinde wie gewöhnliche Mauerziegel und ein anderer Teil sehr scharf (zu sogenannten Klinkern, S. 879) gebrannt wurde; die Masse sind in Millimetern angegeben:

	Frisch geformt		Luft-trocken		Schwach gebrannt		Stark gebrannt
Länge . .	262	—	243	—	240	—	231
Breite . .	130	—	116	—	113	—	100
Dicke . .	61	—	55	—	52	—	49

Es hat demnach das Schwinden nach Prozenten der ursprünglichen Abmessungen betragen:

	in der				
	Länge		Breite		Dicke
Durch Trocknen allein	$7\frac{1}{4}$	—	$10\frac{3}{4}$	—	$9\frac{3}{4}$
Durch Trocknen und schwaches Brennen	$8\frac{1}{2}$	—	13	—	$14\frac{3}{4}$
„ „ „ starkes Brennen .	$11\frac{3}{4}$	—	23		$19\frac{3}{4}$

Von grösseren gewöhnlichen (schwach gebrannten) Mauerziegeln sind nachstehende, hiermit gut stimmende Erfahrungen entnommen:

	Grösse in Millimeter				
	Länge		Breite		Dicke
Frisch geformt	316	—	158	—	79
Nach dem Brennen	290	—	138	—	66
Folglich Schwinden, Prozent . . .	$8\frac{1}{4}$	—	$12\frac{2}{3}$	—	$16\frac{1}{2}$

Aus der Verschiedenartigkeit des Schwindens folgt, dass man, um mit Sicherheit nach dem Brennen ganz bestimmte Abmessungen zu erhalten, Versuche anstellen muss mit der bestimmten Thonart, bezw. Thonmischung und Anfeuchtung, sowie der bestimmten Glühtemperatur. Völlig genaue Abmessungen gewinnt man indessen trotz aller Vorsicht selten.

d) Das Hartbrennen. Durch Glühen, was man Brennen nennt, erlangt der Thon (unter Verlust des in ihm chemisch gebundenen Wassers) eine mehr oder weniger bedeutende Härte, welche oft einen so hohen Grad erreicht, dass er am Stahle Funken schlägt. Verschiedene Thonarten erfordern verschiedene Hitzegrade, um ihre grösste Härte zu gewinnen; im gleichen Feuer werden verschiedene Thone oft sehr ungleich hart. Nebst der Härte ist auch die Dichtigkeit der Masse ein beachtenswertes Ergebnis des Brennens, und auch hierin zeigen die Thone ein abweichendes Verhalten. Der gebrannte Thon bildet, auch noch so fein gepulvert, mit Wasser keinen bildsamen Teig mehr.

e. Die Schwerschmelzbarkeit. Reiner (bloss Kiesel- und Thonerde enthaltender) Thon schmilzt im heftigsten Feuer nicht; solcher, der Kalk oder Eisen (auf irgend einer Stufe der Oxydation) bei sich führt, ist mehr oder weniger leicht schmelzbar; besonders ist der Kalkgehalt hierin von grosser Wirkung. Schmelzbarer Thon kann, eben wegen dieser Eigenschaft, keiner so hohen Brennhitze ausgesetzt werden, als

unschmelzbarer, und ist daher nicht zu solchen Waren geeignet, welche entweder einer grossen Härte bedürfen (Steinzeug, Porzellan) oder beim Gebrauche hohen Hitzegraden widerstehen müssen (Schmelztiegel, feuerfeste Ofensteine). Manche schwer oder gar nicht schmelzbare Thone erleiden bei der höchsten Brennhitze eine Verdichtung, ein Zusammensintern ihrer Masse, wodurch dieselbe fast glasähnlich dicht wird und die Fähigkeit Wasser einzusaugen verliert. Bei gewissen Arten von Thonwaren unterstützt oder erzeugt man diese Neigung durch angemessene Beimischungen zum Thone.

Bei der ungemeinen Mannigfaltigkeit der Thone, von welchen die allerverschiedensten durch eine Menge Zwischenstufen sich aneinander reihen, ist es schwer, eine strenge Ordnung derselben aufzustellen. Vom technischen Gesichtspunkte aus lassen sich jedoch folgende Hauptgattungen unterscheiden:

1) Lehm, Ziegelthon, gelb oder bräunlich, nach dem Brennen rot; stark eisenhaltig und meist mit viel Sand vermengt, zuweilen auch kohlensauren Kalk enthaltend (welcher unschädlich ist, sofern er nicht über 20 % beträgt und gleichmässig fein eingemengt auftritt); wenig bildsam; in starker Glühhitze schmelzbar. Anwendung: zu Dach- und Mauerziegeln, Drainröhren u. s. w.

2) Thonmergel, ein Gemenge von Thon und kohlensaurem Kalk, worin ersterer vorwaltet; grau- oder gelblichweiss, graugelb, grünlich, rötlich, bräunlich, nach dem Brennen mehr oder weniger rötlich; ziemlich plastisch; schmelzbar. Anwendung: vorzüglich zu gemeinen Töpferwaren. Übergänge von Thonmergel in Lehm einerseits und in Töpferthon anderseits sind nicht selten.

3) Töpferthon (Letten), meist blaugrau, grünlichgrau oder gelb, nach dem Brennen gelblich oder rötlich; plastisch, oft in sehr hohem Grade; schmelzbar; enthält immer Eisen, oft auch Kalk, in welchem Falle er ein Übergangsglied zum Thonmergel bildet. Anwendung: zu gemeiner Töpferware und zu geringer Fayence.

4) Feuerfester Thon, weiss oder gefärbt (rötlich, grau u. s. w.), nach dem Brennen weiss, grau, rötlich oder gelblich; sehr wenig oder gar nicht eisenhaltig; sehr bildsam, unschmelzbar. Anwendung: zu Klinkerware und Steinzeug, zu Fayence, den bekannten weissen Tabakpfeifen, den Kapseln, worin das Porzellan gebrannt wird, Schmelztiegeln, feuerfesten Ofensteinen. Von einigen dieser Anwendungen führen die hierher gehörigen Thone verschiedene Namen, als: Porzellanthon, Pfeifenthon.

5) Porzellanerde, Kaolin, weiss, oft mit einem Stich ins Graue oder Rötliche, nach dem Brennen aber stets weiss (sofern von der zu Porzellan wirklich brauchbaren Erde die Rede ist), Kalk, Bittererde und Eisenoxyd gar nicht oder in ganz geringer Menge enthaltend; sehr mager und wenig bildsam; in dem stärksten Ofenfeuer unschmelzbar. Anwendung: zu Porzellan (in England auch als Zusatz zur feinen Fayence und zum Wedgwood).

Durch w. u. zu besprechende Reinigungsarbeiten entfernt man gewisse schädliche bezw. nicht gewünschte Beimengungen (z. B. pflanzliche Stoffe, Steine, und — behufs Minderns der Magerkeit — Sand). Mischungsarbeiten haben zum Teil den Zweck, die von der Natur gebotenen Gemenge gleichartiger zu machen; zum Teil sollen sie neue Gemengteile einfügen, um die Eigenschaften des Thones zu ändern, sodass derselbe die geforderte Bildsamkeit, mässiges Schwinden, Feuerbeständigkeit u. s. w. erhält. Die zu grosse Fettigkeit des Thones (also die zu starke Neigung zum Schwinden, Verziehen und Reissen) mindert man in gewissen Fällen durch einen Zusatz von Sand (z. B. bei Mauer- und Dachziegeln, der Schmelzware, der groben Klinkerware, den Schmelztiegeln), Quarzmehl, (bei Steingut) oder Chamotte. Der feuerfeste Thon zu den feinen, beim Brennen stark zusammensinternden (halb verglasten) Waren, nämlich Porzellan und Wedgwood, erhält, wie schon oben angegeben, eine Beimischung von solchen Stoffen, welche als flussbefördernde Mittel jene glasartige Verdichtung hervorbringen. So wird z. B. die Wedgwood-Masse aus Thon (oft mit Zusatz von Porzellanerde), Schwerspat, Gips, zersetztem Granit und Feuerstein- oder Quarzmehl in verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt. Die Masse des Steinporzellanes besteht aus Kaolin (Porzellanerde) und Feldspat; oder Kaolin, Quarzmehl, Kreide (statt deren man auch wohl kalkhaltigen Sandstein gebraucht) und dem aus der Porzellanerde ausgeschlämmten, viel Feldspat-Teilchen enthaltenden Sande; oder Kaolin, Feldspat, Quarz und Gips; wobei in allen Fällen die Mengenverhältnisse sehr verschieden sind. Die Glasfritte zum Frittenporzellan wird aus den schon (S. 880) genannten Stoffen bereitet und in verschiedenen Mengenverhältnissen zu der erdigen Grundmasse gesetzt: da dieses Gemenge sehr wenig bildsam ist, so erfordert es eine Beimischung von Leim oder Tragantauflösung, um sich verarbeiten zu lassen.

Der als Beimischung zu mehreren Arten von Thonware kommende Quarz (oder Feuerstein) wird glühend in Wasser abgelöscht (wodurch er eine Menge Sprünge bekommt und dann leichter zu zerkleinern ist), hierauf zwischen zwei gusseisernen mit Zähnen besetzten Walzen in kleine Stücke gebrochen, zerstampft, mit Wasser zwischen Mühlsteinen feingemahlen und als dünner Brei durch ein feines Sieb gegossen. Gips, Feldspat u. s. w. werden auf gleiche Weise zerkleinert. Zum Zermahlen der kleinen Kieselsteine und anderer harter Rohstoffe bedient man sich einer Mühle mit zwei Steinen nach gewöhnlicher Art, oder eigentümlicher Maschinen.[1])

Die Vermengung des geschlämmten Thones oder des Kaolins mit den übrigen zu Steingut, Wedgwood oder Porzellan erforderlichen Rohstoffen geschieht meistens im breiförmigen Zustande; man lässt dann oft die gemischte Masse noch durch die Mühlsteine gehen und durch ein Sieb laufen, um sie inniger zu mengen. Nachdem sie ferner bei ruhigem Stehen sich gesetzt hat und das klare Wasser abgezogen ist, muss der dicke Brei zu jenem Grade der Steifheit gebracht werden, welcher zur Verarbeitung nötig ist. Dies bewirkt man entweder durch Abdampfen in grossen, länglich viereckigen Behältern, welche von unten geheizt

---

[1]) D. p. J. 1828, **28**, 177.

werden[1]); oder durch Auspressen unter einer starken Schraubenpresse, nachdem man den Brei, durch Einmengung trockener oder halbtrockener Abfälle derselben Masse verdickt, in Säcke von Hanfzwillich eingefüllt hat. Letzteres Verfahren ist jedoch nur bei magerer Masse (wie jene des Porzellanes) anwendbar, da fetter Thon durch Pressen wenig oder kein Wasser von sich giebt. Zuletzt wird die teigartige Masse wieder durch Kneten und Schlagen, Schaben, Schneiden, oder durch Bearbeitung in der Thonschneidmaschine sorgfältig gemengt. Manche Massen (besonders die des Porzellans) erlangen ihre volle Tauglichkeit zur Verarbeitung erst nach längerer Aufbewahrung an einem feuchten Orte (in Kellern).

Statt des Abdampfens oder Auspressens kann auch eine Art Filterung zur Entwässerung der Masse angewendet werden. In einem weiten Gefässe mit auswärts gewölbtem Boden liegt eine durchlöcherte Holzplatte, welche man mit Wollenstoff bedeckt, um auf letzterm den Massebrei auszubreiten. Aus der Mitte des Bodens führt eine Röhre nach einem grossen eisernen Behälter, welcher mit Dampf gefüllt wird. Öffnet man, nachdem der Dampfzufluss abgesperrt ist, die erwähnte nach dem Filter führende Röhre, so verdichtet sich der Dampf, und der Luftdruck treibt das Wasser aus der Masse nach dem Behälter.

Die in einigen Fällen (namentlich bei Bereitung des Wedgwoods) vorkommende künstliche Färbung der Massen wird durch Einmengung verschiedener Metalloxyde erreicht; z. B. Kobaltoxyd zu Blau, Nickeloxyd zu Blassgrün, Kupferoxyd zu Grünlichbraun, antimonsaures Kali zu Gelb, Eisenoxyd zu Braunrot, Eisenhammerschlag und Braunstein zu Schwarz. — Mengt man verschiedenfarbige Massen durch fleissiges Kneten untereinander, so kann man sehr hübsch aussehende marmorierte Ware darstellen.

Man mischt feinkörnige pflanzliche Bestandteile[2]), (z. B. auf 1 T. reinen Thon 1 bis 3 T. Sägespäne), welche letztere im Ofen verbrennen, sodass die Thonware stark porig wird. Zum Erzeugen poriger Ziegel ist auch die Beimischung von Naphtalin vorgeschlagen worden.[3])

Statt des feuerfesten Thones verwendet man als Grundstoff für feuerfeste Ziegel auch Quarz oder Flintstein, der erforderlichen Falles zermahlen und dann mit 1½ bis 2% Flussmitteln (Kalk, Eisen, Thon) gemischt wird. Durch starkes (etwa 8 Tage anhaltendes) Brennen gewinnt man aus diesem Gemisch den seiner Feuerbeständigkeit halber geschätzten Dinasstein.[4])

2. Reinigen und Mischen des Thones.

Es wird selten im trocknen, meistens im bildsamen Zustande des Thones vorgenommen.

A. Die trockne Vorbereitung des Thones und seine weitere Verarbeitung in gleichem Zustande ist vielfach empfohlen worden, um das Trocknen der gestalteten Gegenstände ganz oder doch zum grössten Teil zu sparen. Sie erschwert die Gestaltung des Thones jedoch in

[1]) D. p. J. 1857, **143**, 75.
[2]) D. p. J. 1860, **156**, 117; 1865, **176**, 341; 1883, **248**, 179.
[3]) D. p. J. 1886, **262**, 238.
[4]) D. p. J. 1872, **205**, 384; 1873, **210**, 153.

ziemlichem Grade, weshalb sie bisher wenig Eingang gefunden hat. In einzelnen Fällen wird nur das Mischen im trocknen Zustande vorgenommen, alsdann aber der Thon angefeuchtet, um ihn zu gestalten; die Gegenstände müssen alsdann in der Regel vor dem Brennen getrocknet werden.

Die vorbereitenden Arbeiten des trocknen Thones bestehen im Zerkleinern der Thonklumpen, Absichten des beigemengten gröberen Gesteins[1]) mittels Trommelsiebe und Durcheinandermengen der übrigen Teile, nach Umständen auch Mischen mit anderem Thon oder Sand.

Zuweilen trocknet man zu diesem Zwecke den Thon, wozu eine Trommel dienen kann[2]), welche den Thon, wenn er entsprechend geartet ist, gleichzeitig zerkleinert und seine Bestandteile mischt. Es kann auch das Mischen der mehr oder weniger pulverförmigen Thonpulver durch besondere Mischmaschinen (I, 541) stattfinden, z. B. indem man durch geeignete Zuteilvorrichtungen (I, 653) von jeder Thonart die zutreffende Menge in stetigem Strome einer gemeinsamen Mischschnecke zuführt.[3])

In der Regel wird der Thon in solchem Trockenheitszustande verarbeitet, wie die Thongrube ihn liefert, oder wie er durch Trocknen an der Luft gewonnen wird.

Es dienen dann Walzen (denen unter Umständen Maulbrecher vorangehen) oder Kollergänge (I, 358) gleichzeitig zum Zerkleinern und Mischen.

Beispielsweise wird für Bergthon ein Kollergang empfohlen, dessen kreisender Teller 2,44 *m* Durchmesser hat. Die an ihrem Orte festgehaltenen Roller haben je 1,4 *m* Durchmesser, 35 *cm* Breite, 2000 *kg* Gewicht und sind mit ihren Mittelebenen 62 *cm* weit entfernt. Die von den Rollern nicht bestrichene äussere Ringfläche des Tellers besteht aus Siebplatten, welche den genügend zerkleinerten Thon hindurchfallen lassen. Er wird durch ein Becherwerk dem Trichter der Ziegelmaschine zugeführt[4]), welche ihn unter starkem Druck gestaltet.

B. Die Vorbereitung in nassem Zustande ist viel gebräuchlicher. Es erfordert zuweilen das Wintern, Lagern oder Sumpfen des aus der Erde gewonnenen Thones. Mancher Thon ist nämlich so hart, dass er sich wie ein Stein verhält; man muss ihn deshalb zunächst in den bildsamen Zustand überführen, wozu bisweilen der Frost helfend eingreifen muss (das Wintern). Der Thon wird in nicht zu dicker Schicht ausgebreitet und der Einwirkung von Wind und Wetter während eines Winters (oder nötigenfalls länger) ausgesetzt, sodass die steinharten Stücke desselben zerklüftet und vom Wasser durchtränkt werden. Weniger harte, aber nicht ohne weiteres das Wasser aufnehmende Thonarten werden in hölzerne Kästen, ausgemauerte Gruben oder dergl. Vertiefungen (Sümpfe) gebracht, mit Wasser übergossen, sodass dieses die Thonstücke völlig bedeckt und in dieser Lage so lange (8 Tage bis 6 Wochen oder länger) belassen, bis die Durchweichung stattgefunden hat.

Soll, was meistens der Fall ist, dem Sumpfen nur das Mischen und sodann das Gestalten folgen, so muss bei dem Sumpfen mit aller Vorsicht ver-

[1]) D. p. J. 1864, **171**, 422 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1886, **259**, 162 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1887, **265**, 593 m. Abb.; 1889, **274**, 45 m. Schaub.
[4]) D. p. J. 1874, **214**, 285 m. Abb.

fahren werden, um zu verhüten, dass der Thon zum Teil über den gewünschten Grad hinweg angefeuchtet wird. Man bringt den gegrabenen Thon schichtenweis in den Sumpf, zerschlägt die gröberen Stücke und verteilt über jede Schicht eine gewisse Wassermenge möglichst gleichförmig. Die letzte (oberste) Schicht erhält so viel Wasser, dass sie von demselben vollständig bedeckt ist. — Die Tiefe der dem Sumpfen dienenden Gefässe oder Gruben beträgt etwa 1 *m*, höchstens 1,2 *m*, um das Ausstechen und Auswerfen des Thones nicht zu unbequem zu machen. Über die erforderliche Grösse der Sümpfe muss man sich durch Versuche mit der betreffenden Thonart unterrichten.

Manche jüngere Thonablagerungen sind mit Pflanzenwurzeln derartig durchsetzt, dass ihre Bearbeitung hierdurch erheblich erschwert wird. Diesen gegenüber bezweckt das Wintern und Lagern, die Wurzeln mürbe zu machen, sodass sie bei der folgenden Thonbearbeitung leicht zerreissen.

In kleineren Betrieben (z. B. Töpfereien) wird die Reinigung des Thones, verbunden mit dem Mischen desselben, dadurch erzielt, dass man den gehörig geweichten (gesumpften) Thon mit nackten Füssen tritt, wobei sich Gelegenheit bietet, gröbere Beimischungen durch das Gefühl der Füsse aufzufinden und sie dann mit den Händen zu beseitigen. Diese Arbeit ist sehr anstrengend und auch ungesund.

Man beseitigt deshalb aus grösseren Thonmengen gröbere Beimischungen durch siebartige Vorrichtungen, welche gewöhnlich mit den zur sonstigen Vorbereitung dienenden Maschinen verbunden sind.

Auf geradestem Wege erreicht man diese Art der Reinigung, indem man den Thon in einen eisernen Stiefel bringt, dessen Boden durchlöchert ist und sodann mittels eines Kolbens den Thon durch die Löcher drückt, wobei die groben Beimischungen von dem Stiefelboden zurückgehalten werden.[1]) Die Stiefel können dabei mit dem Boden nach oben auf einem Gerüst paarweise oder in grösserer Zahl aufgestellt werden, während die Kolben von unten bewegt werden. Die siebartigen Stiefelböden sind aufklappbar, teils um die zurückgehaltenen groben Unreinigkeiten beseitigen zu können, teils behufs Füllens der Stiefel, während die Kolben in tiefster Stellung sich befinden. Es lassen sich die Stiefel natürlich auch mit dem Boden nach unten gerichtet aufstellen[2]) und die Seitenflächen desselben als Siebe ausbilden. Sie werden alsdann gefüllt, während der zugehörige Kolben herausgezogen ist; die beigemischten und zurückgehaltenen gröberen Unreinigkeiten sammeln sich am Boden und werden gelegentlich durch eine Seitenklappe entfernt. Auch kann man derartige Stiefel wagerecht lagern.[3])

Die schon erwähnte Einfügung solcher Siebe in die auch den anderen Vorbereitungszwecken dienenden Maschinen ist sehr verschiedenartig, weil sie sich den anderen Aufgaben der betreffenden Maschinen anzupassen hat. Beispielsweise ist ein unter Quetschwalzen (s. u.) gelagertes Walzenpaar mit siebartigen Mantelflächen ausgestattet worden.[4]) Ein Teil des genügend zerkleinerten Gemenges nimmt den gewöhnlichen Weg zwischen den Walzen hindurch, der andere Teil entweicht durch die Siebflächen, der Rest wird durch die Walzen weiter zerkleinert.

Man schaltet auch Flachsiebe oder Gitter in die Strangpressen (s. w. u.), sodass sämtlicher Thon, der zu dem Mundstück gelangt, vorher die Öffnungen des Siebes durchfliessen musste.[5]) Um das Sieb bequem reinigen zu können,

[1]) D p. J. 1879, **232**, 10.
[2]) D. p. J. 1821, **6**, 11. Heft, S. 233 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1883, **248**, 319.
[4]) D. p. J. 1876, **219**, 48 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1847, **105**, 246 m. Abb.; 1851, **119**, 97 m. Abb.

ist dasselbe quer in die Strangpresse geschoben und doppelt so lang gemacht, als eigentlich nötig, sodass immer eine Hälfte im Freien sich befindet.[1])

Das vollkommenste Reinigungsverfahren ist das Schlämmen.

Im kleinen wird der erweichte oder von vornherein genügend weiche Thon mit Wasser aufgerührt, dann die entstandene Brühe kurze Zeit der Ruhe überlassen, damit die nicht zerteilten schweren Teile (Steine, nach Umständen auch Kies) zu Boden fallen können, hierauf die Brühe abgezogen (durch Zapföffnungen der Gefässwand), erforderlichen Falls durch ein Sieb gegeben, welches Wurzeln u. dgl. zurückhält und endlich längere Zeit (4 bis 8 Stunden lang) der Ruhe überlassen, sodass sich das Wasser von dem abgelagerten Schlamm oder Schlicker klar abscheidet.

Für den Grossbetrieb ist dieses Verfahren offenbar viel zu umständlich. Man wendet für denselben Maschinen an, welche die Aufgabe haben, den Thon möglichst vollständig in dem Wasser zu verteilen, fügt — bei besseren Einrichtungen — Absetzrinnen (I, 500) hinzu, in welchen sich Steine und nach Umständen Sand ablagert, und setzt mit diesen die Absetzbehälter so in Verbindung, dass ein möglichst stetiger Betrieb durchzuführen ist.

Die Schlämmmaschinen haben also die Aufgabe, den Thon im Wasser zu zerteilen. Zu dem Zwecke dient für harten Thon eine Art Kollermühle (I, 358), deren verhältnismässig niedrige Roller R, Fig. 247, auf dem steinernen Boden A eines grossen Fasses B umlaufen. Der Rand des Fasses überragt die Roller beträchtlich; in ihn ist eine Lücke geschnitten, an welche sich die Abfuhrrinne für das trübe Wasser schliesst. Man wirft den gegrabenen Thon in das Fass und lässt fortwährend Wasser hinzufliessen. Die Roller zertrümmern die Thonklumpen, nach Umständen auch beigemischte Steine, erzeugen daneben lebhafte Wirbel im Wasser und mischen dadurch das genügend Zerkleinerte mit dem Wasser, sodass es mit diesem durch die erwähnte Rinne abfliesst, während dickere, festere Steine in der Maschine zurückbleiben und aus dieser täglich ein- oder zweimal entfernt werden.

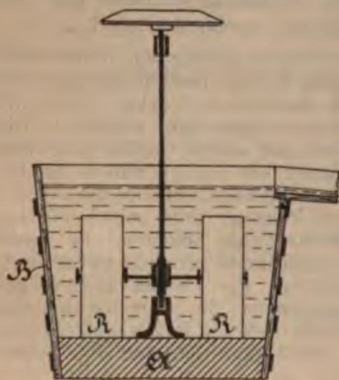


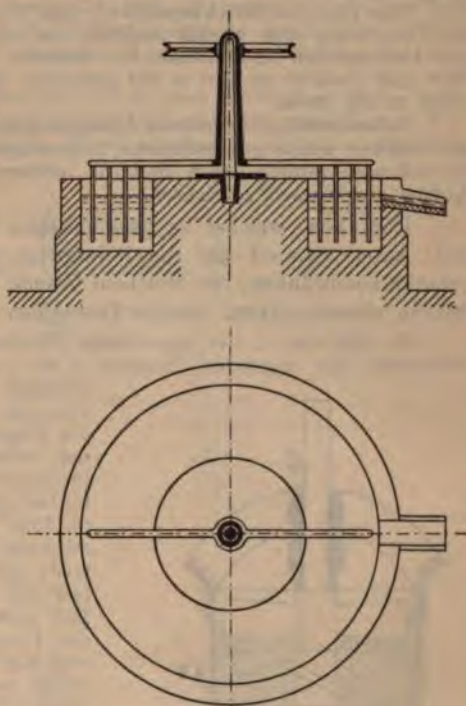
Fig. 247.

Für weichere Thonarten verwendet man, statt der vollen, schweren, aus Stein oder Gusseisen gefertigten Roller solche, deren Mäntel gitterartig sind und welche ein viel geringeres Gewicht haben als erstere, während im übrigen die Anordnung der soeben beschriebenen gleicht[2]), oder man zerlegt den Thon durch Quirle. Letztere bestehen vielfach aus Rechen, welche mit einer senkrechten Welle sich in dem kreisrunden Bottich drehen und hierbei sowohl den im Gefäss befindlichen Thon, als auch das diesen bedeckende Wasser in lebhafte Bewegung versetzen.[3]) Das Gefäss erhält dann oft die Gestalt eines Ringes, Fig. 248, d. h. es setzen sich auf den wagerechten Boden gleichachsig zwei trommelförmige Wände, zwischen denen das Aufrühren, Aufschlämmen statt-

---

[1]) D. p. J. 1853, **130**, 330 m. Abb.
[2]) Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1824, S. 21.
D. p. J. 1884, **251**, 153.
[3]) D. p. J. 1865, **178**, 227.

findet. Es werden aber häufig die Quirle liegend angeordnet. Das trogartige Gefäss ist unten halbrund, gleichachsig mit der Welle des Quirls gestaltet; der Quirl besteht aus seiner Welle und winkelrecht zu ihr liegenden Armen, deren Enden zuweilen gefingert oder mit kurzen Querarmen besetzt sind. Die Arme folgen sich in einer Schraubenfläche oder sind etwas schräg gestellt, derart, dass ihre Hauptflächen Teile einer Art Schraube bilden, sodass sie eine Verschiebung des Troginhalts in der Achsenrichtung anstreben. Die Maschine wird dann an einem Ende mit Thon und Wasser beschickt, während am anderen Ende die Trübe abfliesst. Steine sammeln sich in einer Vertiefung des Troges, welche am Austrittsende der Maschine angebracht ist.[1]) Auch wird eine kreisende, liegende Hohltrommel verwendet, in welcher vorspringende Stifte und schraubenförmige Blechstreifen sowohl die Zerkleinerung des Thones und Mischung desselben mit dem Wasser, als auch die allmähliche Vorwärtsbewegung von einem Ende zum anderen Ende der Trommel bewirken.[2]) Mit solchen Schlämmmaschinen ist unschwer ein Flachsieb oder Trommelsieb zu verbinden, behufs Zurückhaltens beigemengter grober Pflanzenteile.[3])


Fig. 248.

Die Absetzrinnen oder Schlämmrinnen werden mit so grossem Querschnitt versehen, dass die Trübe in ihnen nur langsam fliesst (im allgemeinen mit höchstens 0,5 *m* sekundlicher Geschwindigkeit); man versieht ihr Abflussende mit einem Überfall (indem eine senkrechte Wand den unteren Teil des Rinnenquerschnittes absperrt), um das Hinwegspülen des auf dem Rinnenboden sich ablagernden Sandes zu verhüten. Die Länge der Rinnen hängt von der Geschwindigkeit der fliessenden Trübe und von dem Grade ab, in welchem Kies und Sand ausgeschieden werden sollen. Sie beträgt zuweilen nur wenige *m*, zuweilen 10 *m* und mehr, zuweilen werden sie aber vertreten durch Gefässe oder Gruben. Die sich bildenden Ablagerungen hebt man während des Betriebes mittels einer Schaufel aus, oder benutzt hierfür die Betriebspausen.

Die Absetzgefässe oder -Gruben werden aus Holz, besser aus Mauerwerk gefertigt; sie sind mit in verschiedenen Höhen belegenen Zapföffnungen versehen, um das geklärte Wasser möglichst vollständig vom abgelagerten Schlamm abfliessen lassen zu können.

---

[1]) Zeitschr. d. Gewerbfleissvereins 1824, S. 21.
D. p. J. 1865, **178**, 227.
[2]) D. p. J. 1884, **251**, 152.
[3]) D. p. J. 1865, **178**, 229 m. Abb.

Man kann sich so einrichten, dass die Absetzbehälter gross genug sind, um mehr als die gesamte an einem Tage von der Schlämmmaschine gelieferte Trübe aufzunehmen. Es wird alsdann einer der Behälter nach dem andern gefüllt, in derselben Reihenfolge das geklärte Wasser abgelassen und die Leerung vorgenommen.

Man kann im Mittel annehmen, dass 3 bis 4 Raumteile Wasser auf 1 Raumteil Thon nötig sind, woraus ungefähr auf die Weite der Rinnen und die Grösse der Absetzgruben zu schliessen ist. Letztere werden auf 70 bis 80 *cm* Höhe gefüllt und etwa 90 *cm* bis 1 *m* tief gemacht. Die Dicke der Schlammschicht beträgt 14 bis 20 *cm*.

Selbstverständlich müssen Schlämmmaschine, Sieb, Absetzrinnen und Absetzbehälter solche gegensätzliche Höhenlagen haben, dass die Trübe sie zu durchfliessen vermag, auch sind die letzteren hoch genug zu legen, um den Abfluss des Wassers zu sichern.

Für Thon, welcher zu gewöhnlichen Mauerziegeln verarbeitet werden soll, kann man oft auf die Reinigung verzichten und sich auf die Mischung beschränken, zu welchem Zweck Maschinen angewendet werden, welche ebenso wirken, wie die Fusssohlen der tretenden Arbeiter (I, 541).

Es sind das a. der sogenannte Thonschneider[1]), Fig. 249. In einer stehenden oder liegenden Trommel *a* ist eine Welle *b* gelagert, welche mit schrägen oder schraubenförmigen Flügeln versehen ist. Bei Drehung der Welle drücken die Flügel winkelrecht zu ihrer Fläche auf den Inhalt des Gefässes *a* und wirken so in derselben Weise mischend, wie die Fusssohlen des den Thon tretenden Arbeiters (S. 889). Ist jedoch die Reibung, welche zwischen den Flügeln und dem Thon auftritt, grösser als diejenige zwischen dem letzteren und der Gefässwand, so kann der Fall eintreten, dass der Gefässinhalt mit den Flügeln sich dreht, ohne dass irgend eine Mischung eintritt. Um solches zu verhüten, werden die Flügel oder Messer in geringerer Zahl oder als schmale Streifen angewendet, oder die Innenwand mit Längsriefen versehen, oder auch Finger *c* an ihr befestigt. Letzteres Verfahren empfiehlt sich, weil diese Finger, angesichts des Umstandes, dass ein gewisses Drehen des Gefässinhaltes immer eintritt, die Mischung befördern.

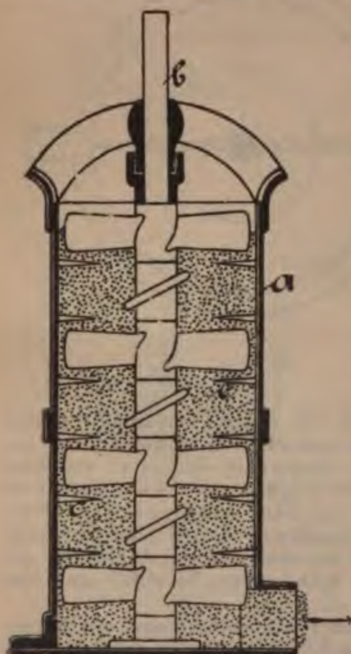


Fig. 249.

Kann sich der Gefässinhalt in der Achsenrichtung des Thonschneiders verschieben, ohne Widerstand zu finden, so schieben die Flügel denselben einfach fort, ohne ihn zu mischen. Setzt man aber dem Thonabfluss einen gewissen Widerstand entgegen, so teilt sich die Wirkung der Flügel, indem letztere sowohl den Thon in der Achsenrichtung der Maschine verschieben, als auch ihn mischen; wird aber der Thonabfluss unmöglich gemacht, so sind die Flügel ausschliesslich mischend thätig. Das bietet ausgiebige Gelegenheit, den Grad des Mischens in weiten Grenzen

[1]) D. p. J. 1831, **42**, 339 m. Abb.; 1856, **142**, 88 m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1857, S. 101 m. Abb.

zu regeln, sei es durch die Lage des Ausflussöffnung, sei es durch die Weite derselben. Die Bauart, Leistungsfähigkeit und der Arbeitsbedarf des Thonschneiders ist demnach sehr verschieden, je nach dem verlangten Mischungsgrade und — selbstverständlich — je nach der Steifheit des Thones.

Der Thonschneider wird übrigens als Mischmaschine auch neben den sonstigen Vorbereitungseinrichtungen verwendet; seine Eigenschaft, den Thon mit einiger Kraft vorzuschieben, aber auch bei der Gestaltung des Thones benutzt, was w. u. erörtert werden wird. Es heisst alsdann die Welle *b*, Fig. 249, Thonschraube.

b. Der Lehmwagen in der Radbahn, ein etwa 4,5 *m* langer, 3,5 *m* breiter, 45 *cm* tiefer, in die Erde eingelassener Bohlenkasten, in welchen man den Thon nicht über 15 *cm* hoch mit wenig Wasser einsumpft. Auf einer quer über

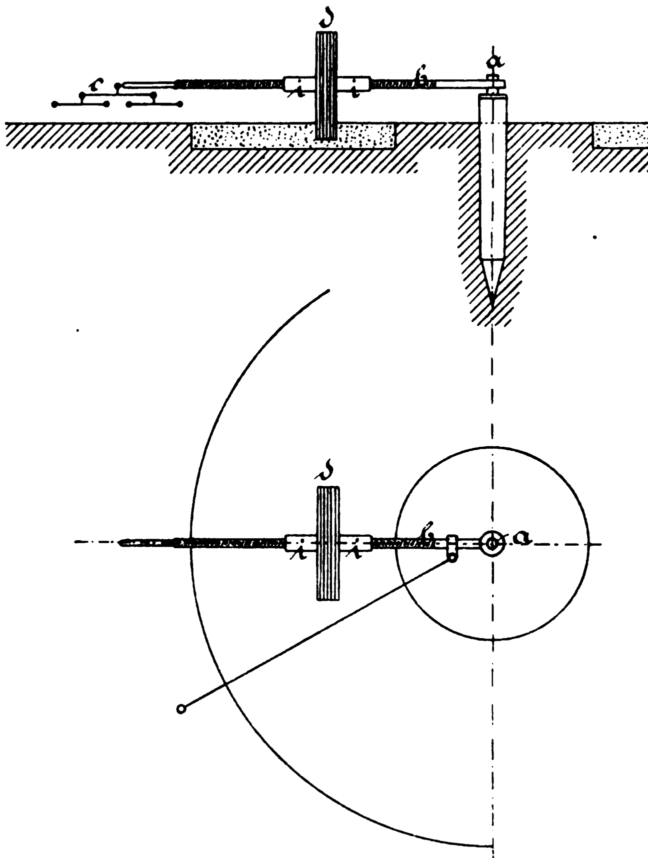


Fig. 250.

den Kasten wagerecht hergehenden Welle von 5 *m* Länge und 32 *cm* Durchmesser sitzen in Entfernungen von je 32 *cm* (von Mitte zu Mitte gemessen) zehn Räder von 2 *m* Durchmesser mit 10 *cm* breiten Felgen und 25 *mm* dicken eisernen Reifen. An jedem Ende der Welle werden 2 oder 3 Pferde angespannt, welche die Einrichtung von einem Ende des Kastens zum andern, hin und her,

fortziehen; dabei gehen die Räder jedesmal nicht genau in dem vorigen Gleise, sondern um 3 *cm* weiter rechts oder links; die Räder müssen während des Ganges von Zeit zu Zeit mit Wasser begossen werden, sie mengen den Thon durch und zerdrücken die darin vorkommenden kleinen Steine und Mergelknollen. Das Bearbeiten einer Füllung (20 bis 24 *cbm*) dauert 4 bis 6 Stunden und erfordert 2 Arbeiter zum Treiben der Pferde, 2 zum Begiessen der Räder. — Man giebt auch dem Lehmbehälter eine kreisförmige Gestalt, bringt in dessen Mittelpunkte einen stehenden Zapfen an und lässt um diesen die zwei langen Hebelarme eines Pferdegöpels sich drehen, der zwei schwere Räder im Kreise herumführt; diese Räder müssen aber dann häufig ihre Stelle ändern, indem das eine schrittweise dem Mittelpunkte genähert, das andere ebenso davon entfernt wird (zuweilen vermöge einer selbstthätigen Vorrichtung). — Neuerdings sieht man häufig folgendes Fahrrad[1]) im Gebrauch. Um den soeben erwähnten stehenden Zapfen *a*, Fig. 250, im Mittelpunkt des Lehmbehälters, dreht sich eine kräftige schmiedeeiserne liegende Spindel *b*, indem in ihrem einen Ende quer gegen ihre Länge ein Loch gebohrt ist, in welches der Zapfen *a* greift, während an dem anderen Ende der Schwengel *c* des oder der Zugtiere befestigt wird. Die Spindel ist in ganzer Länge mit flachgängigem Gewinde, dessen Ganghöhe 13 *mm* beträgt, versehen, in welches das Muttergewinde des Rollers *d* greift. Bei jeder Umdrehung des Rollers nähert sich derselbe der Lehmbehältermitte, bezw. entfernt sich von ihr um je 13 *mm*. Zwei mit dem Roller verbundene Hülsen *i* sollen das Gewinde der Spindel vor Beschmutzung schützen.

Je nach der Schwere des Fahrrads dient dasselbe nur dem Mischen oder auch dem Zertrümmern grober Beimischungen.

c. Das Walzwerk[2]) hat in erster Linie den letzteren Zweck, wirkt aber auch mischend (I, 546). Der Thon (nach Umständen nebst Sand, Wasser) trifft mit der Geschwindigkeit V das Walzenpaar $a\,b$, Fig. 251, und verlässt dasselbe mit der grösseren Geschwindigkeit v. Da der Thon mehr oder weniger an den Walzenoberflächen haftet, so darf man annehmen, dass der mit letzteren unmittelbar in Berührung stehende Thon etwa dieselbe Umfangsgeschwindigkeit wie die Walzenumfänge erhält. Hierdurch wird der Geschwindigkeitsunterschied der einzelnen Thonteile noch mehr gesteigert. Es wird auch zuweilen der einen Walze eine grössere Umfangsgeschwindigkeit als der anderen gegeben. Meistens legt man 2 oder 3 Walzenpaare übereinander.



Fig. 251.

Statt eigentlicher Walzen sieht man häufig abgestumpfte Kegel, Walzen mit ringsumlaufenden Rippen[3]), Kollermühlen (vgl. das Fahrrad, s. o.) mit glatten oder gerippten Mantelflächen[4]) und andere verwandte Einrichtungen für den vorliegenden Zweck im Gebrauch.

d. Den Walzen oder auch dem Thonschneider vorarbeitend findet man neuerdings eine Maschine im Gebrauch, welche lebhaft an die Maischmaschine der Zuckersiedereien erinnert.[5])

---

[1]) D. p. J. 1877, **225**, 548 m. Abb.
[2]) Pract. Masch.-Constr. 1884.
D. p. J. 1852, **124**, 259 m. Abb.; 1870, **198**, 296 m. Abb.
[3]) Polyt. Centralbl. 1863, S. 940 m. Abb.
D. p. J. 1879, **232**, 12 m. Schaubild.
Z. d. V. d. I. 1857, S. 101 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1879, **232**, 12.
[5]) H. Bolze, D. p. J. 1886, **259**, 162 m. Abb.

Fig. 252 stellt dieselbe im Querschnitt dar. Den Boden des Einwurfgefässes *a* bildet ein Flacheisenrost, durch dessen Zwischenräume die Arme *b*

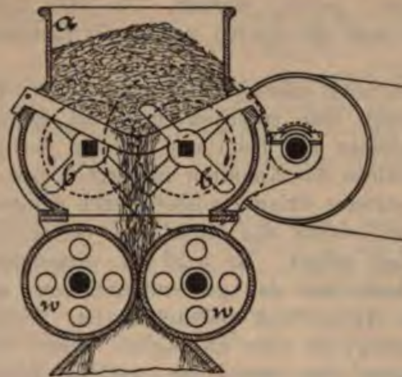


Fig. 252.

zweier kreisender Wellen greifen, um den aufgegebenen Thon zu zerkleinern, und die genügend zerkleinerten Teile nach unten zu treiben, wo letztere z. B. das Walzenpaar *w* vorfinden.

3. Die Gestaltung der Thongegenstände.

Die Gestaltungsarbeiten des Thones, welche bestimmt sind, aus ihm die mannigfachsten Gegenstände zu bilden, finden entweder freihändig, oder unter Benutzung der Töpferscheibe, oder mit Hilfe von der verlangten Gestalt sich anschliessenden Formen, oder endlich dadurch statt, dass man Thonstränge bildet, welche in einzelne Stücke zerlegt werden. Als Vorgestalt für die Töpferscheibe und die Pressform tritt hierzu die Bildung plattenförmigen Thones ohne genaue Randbegrenzung.

Nicht selten teilen sich mehrere dieser Bearbeitungsweisen in der Aufgabe, die geforderte Gestalt zu liefern.

Bevor auf die Erörterung dieser einzelnen Bearbeitungsweisen eingegangen wird, möge ein allen gemeinsamer Umstand zur Besprechung gelangen.

Sämtliche Thonarten sind in gewissem Grade klebrig; das benutzt man, um die Werkstücke auf der Werkbank, der Töpferscheibe u. s. w. zu befestigen; das ist aber unbequem, wenn ein Festhalten überhaupt nicht beabsichtigt wird, oder wenn das Festgehaltene abgelöst werden soll. Es handelt sich sonach allgemein um die Mittel, welche das Ablösen der Thongegenstände von den mit ihnen in Berührung getretenen Flächen ermöglichen, ohne die den Werkstücken bisher gegebene Gestalt zu schädigen, beziehungsweise um diejenigen Mittel, welche das Anhaften überhaupt verhüten oder doch mindern.

In den Fällen, in welchen das volle Haftungsvermögen des Thones zum Festhalten desselben erforderlich ist, bleibt zur Ablösung des betreffenden Gegenstandes nur übrig, mittels Drahtes (I, 380) ihn ab-

zuschneiden. Der Draht kann dabei in einen Rahmen oder Bügel gespannt sein, oder nur durch die Hände des Arbeiters, welche seine beiden Enden ergriffen haben, geführt werden. An dem Boden jedes gewöhnlichen Kruges findet man die Spuren von der Wirksamkeit dieses Schneiddrahtes.

Bedarf man nur eines mässigen Haftens, oder ist das Ankleben überhaupt unnütz, so wählt man zwischen einem der folgenden Mittel.

a. Es wird zwischen den Thon und die ihn berührende Fläche eine Schicht gebracht, welche das Anhaften mindert. Diese Schicht kann aus Wasser bestehen; letzteres dringt indessen nach einiger Zeit in den Thon ein und erweicht ihn, sodass das Mittel nur verwendbar ist, wenn die Berührung kurze Zeit währt. Es wird Öl verwendet. Allein das Öl verursacht leicht Flecke auf der gebrannten Ware, sodass auch dieses Verfahren in seiner Anwendung beschränkt ist. Trockner Sand wirkt kurze Zeit sehr günstig, ist aber untauglich, wenn die Oberflächen der betreffenden Thonwaren glatt sein sollen, weil der Sand an ihnen haften bleibt. Es wird auch feines Holzmehl verwendet.

b. Fügt man ein dünnes biegsames Blatt (ein dünnes Blech, ein desgl. Gummiblatt, ein Gewebe oder dergl.) zwischen Thon und gegenüberliegende Fläche[1]), so ist zunächst das Ablösen dieses Blattes von der fraglichen Fläche nicht schwer; das dann folgende Abheben des Blattes von dem Thon aber noch leichter. Es sei *a*, Fig. 253, das Thonstück, die starke Linie *b* bezeichne das biegsame Blatt; dann ist aus der Figur sofort zu erkennen, dass durch Ziehen am Blatt in der Pfeilrichtung dasselbe leicht und ohne Gefahr für die Gestalt des Thongegenstandes von diesem getrennt werden kann. Allerdings lassen etwaige Erhabenheiten des Blattes (z. B. eines Gewebes) Spuren auf dem Thonstück zurück; will man sie vermeiden, so muss man sich eines völlig glatten Blattes bedienen.

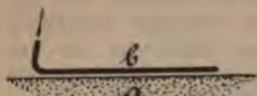


Fig. 253.

c. Bei nur leichter Berührung des Thones mit der betreffenden Fläche (wie bei dem Rollenfeld einer Strangpresse, s. w. u.) ist ein sammetartiger Zustand derselben geeignet, dem vorliegenden Zweck zu dienen. Er kommt sodann nur mit den Spitzen der Haare oder Fasern, also mit sehr kleinen Flächen in Berührung, von welchen er leicht abzureissen ist. Allerdings muss die Fläche von Zeit zu Zeit von dem sich ansammelnden Thone gereinigt, gewaschen werden und darf erst nach dem Trocknen wieder benutzt werden. Velvet oder Baumwollsammet ist seines niedrigen Preises halber besonders beliebt, Plüsch ist meistens zu teuer, geranhte Woll- und Baumwollware ist weniger wirksam, kommt aber doch häufig zur Anwendung.

d. Durch Trocknen der Thonfläche schwindet dieselbe und verschiebt sich daher an der ihr gegenüberliegenden Fläche, wodurch die Ablösung ohne weiteres erzielt wird. Flächen, welche auf den Thon trocknend

[1]) D. p. J. 1884, **251**, 154; 1885, **255**, 506.

einwirken, taugen deshalb sowohl für Formen, in welchen der Thon gestaltet wird, als auch zum vorübergehenden Festhalten des Thones.

Am allgemeinsten ist der Gips, welcher bis zur Hälfte seines Trockengewichtes Wasser zu verschlucken vermag, für die Herstellung solcher Formen im Gebrauch. Man verwendet aber auch wegen der geringen Festigkeit des Gipses metallene, geheizte Flächen.[1]) Es ist wahrscheinlich, dass hier der entstehende Wasserdampf — da er nicht ohne weiteres zu entweichen vermag — die Ablösung des Thones von den warmen Metallflächen wesentlich begünstigt.

Die in Rede stehende Wirksamkeit des Gipses wird zuweilen — meiner Ansicht nach mit Unrecht — der Elasticität der in den Poren des Gipses befindlichen Luft zugeschrieben, welche sich ausdehnen und dadurch den Thongegenstand abheben soll, sobald der zu seiner Gestaltung dienende Druck aufhört. Auf dieser Erklärung beruht wohl der Vorschlag[2]), statt der Gipsformen solche aus porig gebranntem Thon (S. 887) zu verwenden.

e. Prismatische Gestalten (z. B. Mauerziegel, Fussbodenplatten) lassen sich von den zu ihrer Gestaltung benutzten Flächen gewaltsam abschieben, zumal wenn für sie ein wenig feuchter Thon verwendet wurde.

A. Freihändige Gestaltung der Thongegenstände dient nur ausnahmsweise zum Erzeugen von Thonwaren mit reicherer Gliederung und feiner Zeichnung, nämlich dann, wenn nur ein oder wenige Stücke verlangt werden.

Ausnahmen sind: 1. Das Gestalten der Blumen aus Porzellanmasse. Blätter, Stengel, Kelch u. s. w. werden mittels des Bossiergriffels, zuweilen unter teilweiser Benutzung aus Gips bestehender Formen hergestellt. Die Gipsform ersetzt nicht selten die flache Hand, deren feine Furchen das Geäder des Blattes liefern. Da aus Porzellan gemachte Stengel sich beim Brennen leicht durchbiegen, so werden diese aus Draht gemacht und angesetzt. 2. Zur Vollendung der auf anderem Wege gestalteten Gegenstände dienen ebenfalls Bossierhölzer; aber auch eigenartige Formen werden freihändig angewendet. Feine, spitzenartige Verzierungen kann man z. B. erzeugen, indem man ein Stück Tüll oder dgl. in der Grösse zuschneidet, wie die zu verzierende Fläche verlangt, dann in sehr dünnen Thonbrei taucht, welcher die Öffnungen des Gitters jedoch nicht verstopfen darf, hiernach auf den Gegenstand legt und trocknen lässt. Um den Thonüberzug der Fäden dicker zu machen, überpinselt man dieselben wiederholt mit dünnem Thonbrei. Im Feuer verbrennen die Fäden und das Gitterwerk aus Thon bleibt allein zurück. 3. Porzellanschrot wird ähnlich gestaltet, wie manche Zuckerware.[3]) In eine flache Schüssel bringt man Pulver von Porzellanmasse, bespritzt es mit Gummiwasser und bewegt die Schüssel derartig, dass das genetzte Porzellanpulver zu rollen beginnt und sich mit anderem Pulver bedeckt. Indem man das Bespritzen und Rollen wiederholt, auch Porzellanstaub aufstreut, können die kugeligen Körnchen beliebig vergrössert werden.

Meistens werden freihändig nur Gegenstände von sehr einfacher Gestalt hervorgebracht, besonders kleine Nebenbestandteile (Henkel, Füsse und dgl.), welche nachher an geringwertige Gefässe angesetzt werden. Grössere flache Stücke, wie Ofenkacheln, bildet man aus Platten, die

[1]) D. p. J. 1880, **235**, 505 m. Abb.; 1881, **240**, 13 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1881, **240**, 79.
[3]) D. p. J. 1886, **262**, 332.

von einem steifen Thonklotze mittels eines Drahtes abgeschnitten werden (s. w. u.). Aus solchen Platten können auch Röhren hergestellt werden, indem man sie um eine hölzerne Walze legt und die Ränder verbindet.

B. Gestaltung auf der Töpferscheibe. Das Drehen[1]) eignet sich für alle runden Gegenstände. Die Vorrichtung zum Drehen der Thonwaren ist die Scheibe, Drehscheibe, Töpferscheibe, Fig. 254, welche aus einer senkrechten eisernen Achse *a*, einer oben darauf befestigten hölzernen Scheibe *c*, und einem unten angebrachten Schwungrade *b* (sehr oft gleichfalls in Gestalt einer grossen Scheibe) besteht.

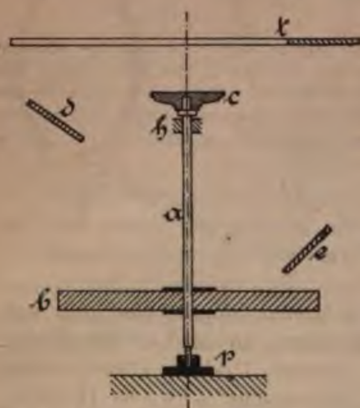


Fig. 254.

Der Arbeiter (Dreher) sitzt vor dieser einfachen Maschine auf der Bank *d*, stützt sich mit einem seiner Füsse an dem festen Brette *e* und dreht mit dem anderen Fusse die Scheibe *b*. Die senkrechte Welle ist übrigens bei *p* in der Pfanne gelagert, bei *h* in einem Halslager und oben auf ihr die Kopfscheibe *c* mittels Gewindes befestigt, sodass man leicht eine andere Kopfscheibe anbringen kann. Ein ausgebogter Tisch *t* giebt dem Dreher Gelegenheit, die erforderlichen Hilfswerkzeuge bereit zu halten. Bei schwereren Arbeiten enthebt man den Dreher der Aufgabe, auch die Umdrehung der Welle *a* zu verrichten, indem ein besonderer Arbeiter ein Schwungrad dreht, welches durch einen geeigneten Mechanismus mit der Welle *a* in Verbindung steht.[2]) In Fabriken findet meistens der Betrieb durch die Kraftmaschine statt[3]), wobei Vorsorge zu treffen ist, dass der Dreher jederzeit die Geschwindigkeit der Kopfscheibe regeln, bezw. letztere ausser Betrieb setzen kann.

Regelmässig benutzte Werkzeuge sind, ausser den nassen Händen, ein nasser Schwamm, gehörig zugeschnittene Brettchen oder Porzellanplättchen, die als Lehren dienen, und stählerne schneidige Dreheisen, sowie Messwerkzeuge.

Der Former wirft einen entsprechend vorbereiteten Thonballen auf die nassgemachte Kopfscheibe, und legt beide nasse Hände, während die Scheibe gedreht wird, so an den Thon, dass dessen Achse allmählich in die Drehachse der Scheibe übergeht, auch der Thonballen eine mehr oder weniger starke Erhöhung unter Verminderung seines Durchmessers erfährt. Um diesen so hergerichteten Thonballen zu einem Gefässe umzugestalten, fährt der Dreher mit beiden Daumen von oben in den Thonballen *f*, Fig. 255, verdrängt hier den Thon, legt aber die Finger an die Aussenseite des Thonkörpers, um das Ausweiten desselben zu regeln, bezw. zu mindern, wenn der verdrängte Thon zur Erhöhung

---

[1]) Prechtl, Technolog. Encykl. 1852, Bd. 18, S. 357 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1858, **150**, 406 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1861, **162**, 354; 1862, **166**, 109; 1865, **176**, 13; 1871, **201**, 22 sämtl. m. Abb.

des Gegenstandes dienen soll. Wird die Vertiefung so gross, dass die Daumen nicht mehr ausreichen, so wird eine Hand in dieselbe gesteckt, während die andere Hand an der Aussenseite wirkt; bei engen Vertiefungen bedient man sich auch geeigneter Werkzeuge zur Ausübung des Druckes im Innern und eines an einem Stock befestigten Schwammes zum Glätten der Innenfläche. Durch geschicktes Bemessen des äusseren und inneren Druckes wird der Thonklumpen allmählich in die verlangte Gestalt übergeführt. Soll z. B. ein bauchförmiger Krug mit enger Öffnung, Fig. 256, gewonnen werden, so wird — nachdem bisher nur der untere Teil richtig, der obere Teil dagegen, in Rücksicht auf die Zukömmlichkeit des Innern zu weit gemacht war — an den betreffenden Stellen vorwiegend und zuletzt ausschliesslich von aussen gedrückt, ein hölzerner Stöpsel von oben eingeschoben, um die Halsweite richtig zu erhalten, und endlich der Gegenstand dicht über der Scheibe *c* mittels dünnen Drahtes abgeschnitten. Ein Druck mittels der Hand giebt dem Boden eine schwache Höhlung, sodass das Gefäss demnächst sicher steht. Ganz grosse Gefässe werden aus zwei Teilen, welche für sich in gewöhnlicher Weise gebildet sind, zusammengesetzt, indem man die schmalen Verbindungsstellen rein abschneidet, mit dünnem Thonbrei bestreicht, zusammendrückt und die Fuge von beiden Seiten verstreicht.

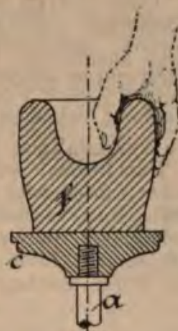


Fig. 255.



Fig. 256.

Bei entsprechender Geschicklichkeit gelingt es auf diesem Wege, die Gegenstände rasch und ziemlich gut zu gestalten. Wertvollere Stücke werden aber hierdurch nicht genau genug.

Dieselben werden vielfach auf dem beschriebenen Wege nur im Groben gestaltet (frisch gedreht, aufgedreht), dann nach einigem Trocknen in eine Gipsform gebracht, durch Drücken mit der Hand oder geeigneten Werkzeugen so aufgeweitet, dass ihre Aussenflächen sich fest an die Formwandungen legen, also deren Gestalt genau auf sich übertragen und dann mit schneidenden Werkzeugen ausgedreht. Nach Umständen legt man die Gegenstände auf einen Kern und dreht sie auswendig ab.

Da der Thon bei dieser Bearbeitungsweise schon einigermassen trocken ist, so ist die Gefahr, dass durch Schwinden die Schönheit der Gestalt leidet, eine geringere, als wenn man den Gegenstand in weicherem Zustande fertig gestaltet.

W. o. wurde schon der Lehren als Hilfswerkzeugen bei dem Arbeiten auf der Töpferscheibe gedacht. Sie kommen zur Verwendung, wenn zahlreiche Gegenstände ein und derselben Art und Grösse anzufertigen sind und dienen zuweilen zum Aus- bezw. Abdrehen der ausgetrockneten Gegen-

stände, zu welchem Zwecke ihre wirksamen Kanten messerartig ausgebildet sein müssen, um sie zum Spanabschneiden zu befähigen; oder, und zwar in grösserem Umfange, zur bildsamen Umgestaltung, wobei sie natürlich in Rücksicht auf das beabsichtigte Verdrängen des Thones gestaltet sein müssen. Diese Lehren haben die Gegenstände, welche durch andere Arbeiten entsprechend vorgestaltet sind, zu vollenden; sie werden zu dem Zweck seltener freihändig, häufiger durch mechanische Vorrichtungen gegen die kreisenden Werkstücke gehalten.[1]) Die Lehren für die bildsame Umgestaltung bestehen übrigens aus Metall oder Porzellan.

Eine sehr beliebte Vorgestaltung des Thones ist diejenige in Platten oder Blätter, Schwarten. Man bedient sich hierzu der Töpferscheibe, indem mittels der Hand, geeigneter Lehren oder mit Weichgummi überzogener Walzen[2]) auf der ebenen Kopfseite ein Thonballen ausgebreitet wird, oder eines der w. u. genannten Blattbildungs-Verfahren. Die Schwartenbildung auf der Töpferscheibe verdient in denjenigen Fällen den Vorzug, in welchen die Schwarte ohne Umstände auf die Form übertragen werden kann (z. B. bei Gestaltung der Teller).[3])

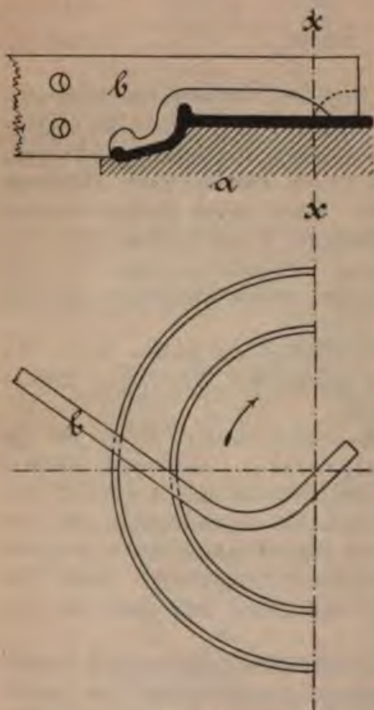


Fig. 257.

Die Schwarte wird auf eine Form *a*, Fig. 257, gelegt und durch leichten Druck darauf befestigt. Die Form *a* enthält nach Umständen Vertiefungen, welche erhabenen Verzierungen des zu fertigenden Tellers entsprechen; sie ist ganz aus Gips hergestellt, oder nur in ihrem äusseren Kranze, in welchem Falle die Mitte aus mattem Porzellan besteht. Man senkt auf die kreisende Schwarte die Lehre *b* allmählich herab, welche unten so abgeschrägt ist, dass der Thon nach denjenigen Stellen gedrängt wird, woselbst man ihn braucht, z. B. nach der Fussleiste. Der Überschuss soll dem Rande zugeführt und hier abgestreift werden. Der zweckmässigen Ausbildung der Lehren ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken.[4])

Nach Umständen wird der Teller nach seiner Gestaltung von der Form abgehoben, oder die Form mit dem Teller von der Töpferscheibe genommen, um letzteren zunächst ein wenig auf der Form trocknen zu lassen.

In geeigneten Fällen legt man die Schwarte in die dann hohle Form, wobei zuweilen zur Auskleidung der letzteren mehrere Blätter aneinander gefügt werden; das weitere Verfahren weicht jedoch nicht wesentlich von dem beschriebenen ab.

C. Gestaltung in Formen. Sie wird regelmässig angewendet,

---

[1]) D. p. J. 1861, **162**, 354; 1876, **222**, 310; 1879, **232**, 13, sämtl. m. Abb.
[2]) D. p. J. 1861, **162**, 355 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1882, **245**, 110; 1885, **255**, 506 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1884, **252**, 232.

wenn die herzustellenden Stücke an Grösse und Gestalt möglichst gleich sein sollen, oder wenn sie von sehr künstlicher Gestalt sind. Hiernach kommen Formen sowohl bei geringer als bei feiner Ware in Anwendung. Ein Beispiel der erstern Art giebt die Verfertigung der Ziegel, welche in hölzernen oder eisernen rahmenartigen Formen gestrichen werden (Ziegelstreichen). Man taucht die Form, welche auf 1, 2 oder 4 Ziegel eingerichtet ist, in Wasser; wälzt sie in Sand, damit dieser sich anhängt und nachher die Ablösung der Ziegel erleichtert; füllt sie mit Thon, den man fest einknetet; und streicht das Überflüssige mit einem Streichholze ab.

Ein Ziegelstreicher, mit 2 Formen abwechselnd arbeitend und von 4 Gehilfen unterstützt (2 zur Speisung und Bedienung des Thonschneiders, S. 892, dann 1 zum Vorbilden und Zureichen der Thonklumpen und 1 zum Wegtragen der Ziegel) liefert stündlich 350 bis 360, des Tages im Durchschnitte 3500 gewöhnliche Mauerziegel.

Die Formen zu verzierten Backsteinen (woraus Friese, Gesimse, Fensterbögen u. s. w. zusammengesetzt werden) sind von Holz, bestehen aus zwei oder mehreren Teilen und werden durch einen Rahmen zusammengehalten.

Bemerkenswert sind die Formen für hohle Ziegel. Sie bestehen wie die Formen für gewöhnliche Mauerziegel aus einem oben und unten offenen Rahmen, der auch in gewöhnlicher Weise mit Thon gefüllt ist. Nunmehr legt man einen Deckel auf die Form und treibt durch Seitenöffnungen derselben einen Pflock in den Thon, sodass die Höhlung ausgebildet, zugleich aber auch der Thon verdichtet wird.[1]) Andere Formen für Lochsteine[2]) oder für thönerne Darrbelegstücke[3]) enthalten die Pflöcke während des Füllens; nach demselben zieht man letztere heraus. Dasselbe Verfahren kommt auch bei gewissen verzierten Ziegeln zur Anwendung, wie überhaupt die vorliegenden Formen denjenigen für das Giessen (I, 245) wie den Schmiedegesenken (S. 217) nahe verwandt sind.

Die Arbeit des Ziegelstreichers hat man — angesichts ihrer scheinbaren Einfachheit — durch Maschinen auszuführen versucht.[4]) Es darf wohl ausgesprochen werden, dass diese Pressen nur dann ihren Platz behaupten, wenn die durch den aufgewendeten Druck herbeigeführte Verdichtung des Gefüges für die betreffende Ware von Bedeutung ist. So findet man die in Rede stehenden für Ziegel bestimmten mit Formen arbeitenden Maschinen im Gebrauch für die Gestaltung aus lufttrocknem Thon und für das Nachpressen.

a. Ziegelpressen zur Verarbeitung trocknen Thones sind für Mauerziegel vorwiegend in England gebräuchlich, kommen dagegen in Deutschland fast garnicht vor.

---

[1]) Vgl. auch Röhrenpresse, Z. d. Gewerbfleissvereins 1826, S. 229 m. Abb.

[2]) Polyt. Centralbl. 1854, S. 14 m. Abb.

[3]) Zeitschr. d. Gewerbfleissver. 1852, S. 100 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1826, **19**, 569; 1827, **23**, 57, 226; 1828, **28**, 137; 1829, **33**, 381; 1836, **61**, 172; 1842, **83**, 105; 1844, **91**, 345, **92**, 7; 1845, **96**, 188; 1847, **103**, 21; 1853, **128**, 123; 1854, **131**, 120; 1855, **135**, 259; 1857, **144**, 10; 1861, **162**, 97; 1862, **162**, 93, 95, 175, 177; 1864, **171**, 422, **172**, 119; 1865, **175**, 175, **178**, 180; 1870, **198**, 296; 1872, **203**, 427; 1874, **211**, 10; 1875, **218**, 296; 1876, **219**, 48; 1877, **226**, 38; 1879, **234**, 102; 1881, **239**, 162, 163, **240**, 13, **242**, 178; 1882, **245**, 111; 1883, **249**, 159; 1884, **251**, 154; 1886, **259**, 163, **260**, 164, meistens mit Abbildungen.

Es sind 3 Arbeiten zu verrichten, nämlich das Füllen der Formen mit lufttrocknem, kleinkörnigen Thon, das Pressen desselben, das Ausheben des gepressten Ziegels. Die Aufgabe wird auf zwei nahe verwandten Wegen gelöst. Fig. 258 versinnlicht den einen derselben. Bei *I* liegt der Boden *b* der Form so tief, dass über ihm der zutreffende Raum für die erforderliche lockere Thonmenge frei bleibt. Es wird die Form gefüllt und ihr Inhalt durch Abstreichen

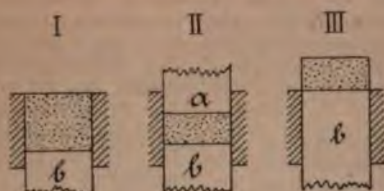


Fig. 258.

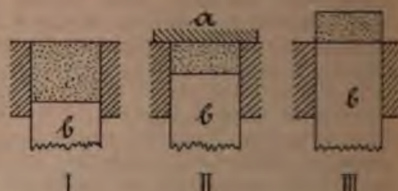


Fig. 259.

des Überschusses beglichen. Bei *II* hat der Formboden die alte Lage; ein Kolben *a* senkt sich in die Form und verdichtet den lockern Thon (wobei zuweilen ein Druck bis zu 250 *kg* auf 1 *qcm* Kolbenquerschnitt angewendet wird) und giebt damit gleichzeitig dem Ziegel seine Gestalt. Bei *III* hebt sich der Boden (der Kolben *a* war bei *II* zurückgezogen), und schiebt den Ziegel aus der Form, sodass er bequem — durch Menschenhände oder durch die Maschine — abgehoben werden kann. Der durch Fig. 259 dargestellte Weg weicht von dem vorigen nur insofern ab, als bei *II* nur ein Deckel auf die Form gelegt und die Pressung durch Heben des Bodens *b* erzielt wird. Nach Beseitigung des Deckels *a* hebt sich sodann (bei *III*) der Boden *b* weiter, um den Ziegel aus der Form zu schieben. Zuweilen werden die Flächen von *b* und *a* geheizt (S. 897), um sie besser von dem Thon sich ablösen zu lassen.[1]) Es können nun die einzelnen Vorgänge bei ein und derselben ihren Ort nicht verlassenden Form sich abspielen, oder es sind 3, 6 u. s. w. Formen in einem Formtisch angebracht, mit dem sie ruckweise zur Einfüllstelle *(I)*, zur Presse *(II)* und dahin gelangen, woselbst das Erzeugnis ausgestossen wird *(III)*, worauf sie bei *I* wieder ankommen.

Der hauptsächlichste Mangel dieses Gestaltungsverfahrens besteht darin, dass unmöglich ist, die zutreffende Thonmenge genau genug abzumessen (I, 284). Richtet man die Maschine so ein, dass die Pressung unter bestimmtem Druck stattfindet, so werden die Ziegel zwar gleichartig dicht, aber der eine fällt dicker aus als der andere; sorgt man aber dafür, dass der Kolben die ihm dargebotene Thonmenge immer auf denselben Raum zusammendrängt, so wird dieser zuweilen sehr locker ausgefüllt, während er zuweilen ausser stande ist, allen Thon aufzunehmen. Ersterer Fall liefert unbrauchbare Ware, letzterer führt zu Brüchen der Maschine. Es bedürfen daher die Maschinen sorgsamer Überwachung.

Die Formen unterliegen übrigens auch starker Abnutzung und besondere Schwierigkeiten macht zuweilen die Beseitigung der Luft aus dem Thon. Man hat kleine Öffnungen in den Formwänden ausgespart, um die Luft austreten zu lassen. Allein dieselben verschmieren sich leicht. Man hat zu gleichem Zwecke die Formböden rostartig gemacht[2]), in der Meinung, dass derartige Öffnungen leicht rein zu halten seien. Eine völlig befriedigende Lösung der vorliegenden Aufgabe ist jedoch noch nicht gefunden.

Die vorstehend angeführten Pressen kommen häufig auch als Nachpressen zur Verwendung, wobei manche der angeführten Mängel in Wegfall kommen. Man hat auf irgend einem Wege die Ziegel aus weichem Thon hergestellt, sie

[1]) D. p. J. 1874, **214**, 285 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1886, **260**, 165 m. Abb.

dann eine Zeitlang trocknen lassen und presst sie nunmehr, teils um ihr Gefüge zu verdichten, teils um ihnen eine genaue Gestalt zu geben.[1])

An diesem Orte ist auch die Herstellung verzierter Fussbodenplatten zu erwähnen.

Diese sogen. enkaustischen Fliesen oder inkrustierten Fussbodenplatten wurden früher auf folgendem Wege gewonnen: Man verfertigte die Platten aus weichem Thon, brachte auf der oberen Fläche den Verzierungen entsprechende Vertiefungen an (durch freihändig geführte Werkzeuge, oder durch Einpressen entsprechend gestalteter Gipsformen) und liess dann die Fliesen erhärten. Nunmehr wurden sie in einen Kasten gelegt, mit dem breiartigen gefärbten Thon übergossen und etwa 12 Stunden so stehen gelassen, worauf man den überschüssigen farbigen Thon bis auf die Oberfläche der Fliese abstrich. Nach längerem Trocknen wurde dann gebrannt. Sollten mehrere Farben angewendet werden, so wurde das Verfahren noch umständlicher. Die so erzeugten Fliesen zeichneten sich ausserdem durch geringe Dauerhaftigkeit aus.

Jetzt gewinnt man derartige Fliesen aus trocknem Thon. Man setzt auf eine genau gehobelte Eisenplatte *a*, Fig. 260, den ebenfalls genau gearbeiteten, sehr kräftigen Formrahmen *b* und die aus dünnem Blech verfertigte Lehre *c*, welche die Grenzen der farbig auszuführenden Verzierungen angiebt. Man füllt nun die Hohlräume dieser Lehre mit Thon der betreffenden Farbe (nach Umständen unter Benutzung kleiner Trichter), zieht die Lehre vorsichtig empor, sodass ein Durcheinanderfallen der Farben verhütet wird, füllt den Formrahmen *b* bis zum oberen Rande mit solchem Thon, welcher den Hauptkörper der Fliesen bilden soll, schiebt die gefüllte Form auf der glatten Tischplatte entlang bis in eine Wasserdruckpresse und lässt hier den Formrahmeninhalt gehörig verdichten. Um zu verhüten, dass bei dem Herausschieben der gepressten Fliesen diejenigen Kanten derselben beschädigt werden, welche die verzierten Flächen einrahmen, lässt man letztere vorangehen.

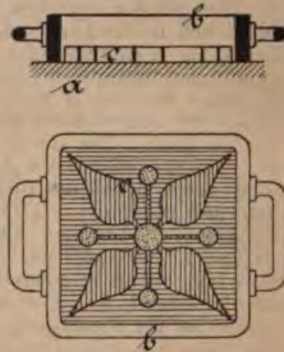


Fig. 260.

Die Dachziegel oder Dachpfannen erzeugt man aus weichem Thon, indem man aus diesem zunächst Blätter bildet (s. unten). Man legt ein solches Blatt auf einen eisernen Rahmen, welcher so hoch ist, als die Wanddicke des Ziegels betragen soll, drückt es in den Rahmen hinein, sodass der überflüssige Thon abgeschnitten wird und glättet dann die in dem Rahmen befindliche Thonplatte sorgfältig, während sie mit dem Rahmen auf einer ebenen Fläche liegt. Durch geschickte Schwenkung bringt nunmehr der Arbeiter die Thonplatte mit dem Rahmen auf eine Form, worauf die Biegung der Platte eingeleitet, auch die Nase ausgebildet wird, und von hier überführt man den fast fertig gemachten Dachziegel auf eine zweite aus Blech gemachte Form, mit welcher er in das Trockengestell getragen wird. Da der Thon für diese Gestaltungsweise ziemlich weich sein muss, so treten durch das Eigengewicht zum

[1]) Ausser den S. 901 angegeb. Quellen: D. p. J. 1838, **69**, 343; 1853, **128**, 125; 1861, **162**, 101; 1863, **169**, 109, sämtl. m. Abb.
Z. d. V. d. I. 1863, S. 209 m. Abb.

Teil unberechenbare Gestaltsänderungen des Ziegels ein, sodass die Gestalt der aus dem Brennofen hervorgehenden Ziegel nur angenähert der ursprünglichen gleich ist.

Das Schneiden der Platten wird auf folgende Weise bewerkstelligt: Man knetet aus Thon einen Klotz von 45 bis 60 *cm* Höhe, bildet ihn durch Beschneiden seiner vier Seitenflächen zu jener genauen Gestalt und Grösse aus, welche man den Platten zu geben beabsichtigt, und legt an zwei einander gegenüberstehenden dieser Seiten hölzerne Leisten von unten bis oben aufeinander, von derjenigen Dicke, welche die Platten erhalten sollen. Ein dünner Eisen- oder Messingdraht, welcher an jedem Ende ein hölzernes Heft hat, wird nun zuerst mit beiden Händen auf der obersten Leiste hingezogen und schneidet dadurch eine Platte ab. Dann entfernt man auf jeder Seite die oberste Leiste und schneidet in gleicher Weise die zweite Platte; u. s. f.

Man erzeugt jedoch auch derartige Platten mittels der Strangpresse, oder durch Auswalzen, wie ein Kuchen ausgewalzt wird, oder walzt den Thon so aus, wie z. B. das Eisen in Blech verwandelt wird[1]), verwendet letztere Verfahren aber nur, wenn eine Platte ziemlich steif sein soll.

Für die Falzziegel verwendet man steiferen Thon, als für die gewöhnlichen Dachziegel, geht aber, wie bei der Verfertigung der letzteren, von einem Thonblatt aus. Es wird dieses Thonblatt auf eine Unterform *u*, Fig. 261, gelegt, mit dieser in die richtige Lage unter die in der Presse befindliche Oberform *o* gebracht und nunmehr die letztere kraftvoll niedergedrückt, sodass der Thon den Hohlraum, welchen die beiden Formhälften zwischen sich frei lassen, ausfüllt und der überflüssige Thon an den Rändern herausquillt.

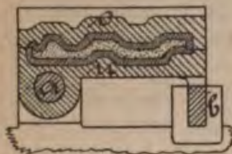


Fig. 261.

Für kleinere Betriebe richtet man die Pressen z. B. so ein, dass — nach Fig. 261 — die Unterform einerseits sich auf eine runde Stange *a*, anderseits auf den Stab *b* stützt. *b* ist nun wesentlich kürzer als *a*, sodass, nachdem die Unterform weit hervorgezogen ist, sie nicht mehr auf dem Stab *b* ruht, sonach leicht niedergekippt werden kann, um den gepressten Falzziegel aus der Form auf die Hand fallen zu lassen.[2])

Leistungsfähiger sind natürlich diejenigen Maschinen, bei welchen fünf Unterformen auf den Flächen eines fünfseitigen Prisma befestigt sind und der Reihe nach durch ruckweises Drehen der niedergehenden Oberform dargeboten werden.[3]) Die demnächst zur Pressung gelangende Form liegt bequem zum Auflegen des Thonblattes, die hinter der Presse befindliche günstig für das Abheben des Ziegels. Es wird angegeben, dass bei 2 Mann Bedienung und 1 Pferdekraft als Betriebskraft durch diese Maschine stündlich 500 Falzziegel gefertigt würden.

Meistens werden Gipsformen angewendet, welche als Auskleidung der eisernen Formen erscheinen; es fehlt jedoch nicht an Vorschlägen zum Beheizen eiserner Formen[4]), indem man von diesen eisernen (oder überhaupt metallnen) Formen eine grössere Dauerhaftigkeit erwartet, als die Formen aus Gips gewähren.

---

[1]) D. p. J. 1839, **72**, 272; 1843, **89**, 327; 1845, **98**, 174, sämtl. m. Abb.
[2]) D. p. J. 1881, **240**, 14 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1874, **211**, 7 m. Abb.; 1885, **255**, 504 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1885, **255**, 505 m. Abb.; 1886, **259**, 163 m. Abb.

Der entstehende Grat wird von den Rändern der Ziegel mittels eines Handmessers abgeschnitten; auch ist vorgeschlagen, ein Messer zu verwenden, dessen Schneide nach den Grenzen des Ziegels gestaltet ist und mit einer Niederbewegung den Grat abtrennt.[1])

Zur Gestaltung verzierter Gegenstände dienen vielfach Gipsformen, in welche man den Thon eindrückt. — Die thönernen Tabakpfeifen werden in zweiteiligen eisernen oder messingenen Formen äusserlich vollendet, während das Rohr daran mit einem Drahte gebohrt, die Höhlung des Kopfes mit einem eisernen Stempel (frei aus der Hand oder mittels eines Hebels, woran dieser Stempel sich befindet) eingedrückt wird. — In Steingut- und Porzellanfabriken sind Formen von Gips[2]) (oder von gebrannter Steingutmasse selbst), die sehr oft aus zwei oder mehreren Teilen bestehen und in welche man die steife Masse einknetet oder eindrückt, auch durch Maschinen einpresst[3]), gebräuchlich. Ebenso bildet man erhabene Verzierungen für Öfen und Geschirre abgesondert in Formen und befestigt sie nachher mittels ein wenig dünnen Thonbreies an der Ware. — Hohle Gegenstände, welche ihrer Gestalt wegen nicht auf der Töpferscheibe hergestellt werden können, bildet man aus Schwarten, mit welchen die mehrteiligen Gipsformen ausgekleidet werden. Die Innenwand glättet man mit der Hand oder geeigneten Werkzeugen. — In die Formen zu Henkeln, Füssen und anderen vollen Gegenständen stopft man die Masse stückweise ein, wenn es nicht angemessener erscheint, sie im ganzen roh aus der Hand vorzuformen, dann in die Form zu legen und durch Schliessung derselben zu vollenden. — Die in Formen gemachte Ware muss schliesslich nachgeputzt, hin und wieder ausgebessert, oft auch mit schneidigen Werkzeugen bearbeitet werden (S. 898). — Durchbrochene Verzierungen werden durch die Formen nur angedeutet, nachher aus freier Hand mit dem Messer ausgeschnitten. — In flachen Gipsformen mit erhabenen Zeichnungen gepresste dünne Porzellanplatten sind die Lichtbilder oder Lithophanien, welche beim Durchsehen infolge der zweckmässig abgestuften Dicke Licht und Schatten der Figuren auf das Vollkommenste darstellen. — Schmelztiegel u. dgl. werden zuweilen in Formen gepresst.[4]) In die kräftige Form wird die erforderliche Thonmenge gegeben und hierauf der Kern gewaltsam eingetrieben (vgl. I, 285) und zwar durch Schläge eines schweren Hammers, oder besser durch eine Schrauben- oder Wasserdruckpresse. Die Entfernung der Luft bietet hierbei einige Schwierigkeiten (S. 902), auch das Herausziehen des Kernes, weil sich hierbei leicht unter dem Kern ein luftleerer Raum bildet. Man durchbohrt deshalb zuweilen den Kern in seiner Achse und bringt in der Bohrung ein nach dem Tiegel sich öffnendes Ventil an. Aus der Form wird der Tiegel mittels des Formbodens geschoben.

---

[1]) D. p. J. 1884, **251**, 156.
[2]) D. p. J. 1859, **152**, 36.
[3]) D. p. J. 1842, **84**, 353; 1854, **133**, 186; 1866, **179**, 201, sämtl. m. Abb.
[4]) D. p. J. 1853, **127**, 34; 1855, **138**, 88; 1858, **150**, 404; 1860, **156**, 115; 1883, **249**, 490; 1884, **250**, 204, **252**, 231, meistens m. Abb.

Manche hohle Gegenstände, namentlich solche aus Porzellan, werden in Gipsformen aus Massebrei gegossen (I, 242), wobei der Gips durch Wassereinsaugung bald das Trocknen und einen solchen Grad von Erhärtung bewirkt, dass die Stücke herausgenommen werden können. Ein Zusatz von 4 bis 5 % Salzsäure zur Masse hat den Erfolg, dass die Stücke leichter von den Formen losgehen. Die Gussformen für Gefässe und andere hohle Gegenstände haben keinen Kern, sondern werden ganz vollgegossen, nach einiger Zeit aber umgestürzt, damit der noch flüssige Teil ausläuft. Dieses Verfahren stimmt mit dem Stürzen beim Zinngusse (I, 241, 268; II, 162) überein und unterscheidet sich im Erfolge nur dadurch, dass die Bildung einer festen Kruste in der Form nicht durch Abkühlung, sondern durch die wassereinsaugende Eigenschaft des Gipses bewirkt wird. Manchmal wird (bei unveränderter Stellung der Form) der überflüssige Brei durch Öffnung eines unten befindlichen Loches abgezapft; aus kleinen Formen saugt man ihn mit einer Spritze heraus. Durch das Giessen können Porzellangegenstände weit dünner (also von geringerem Gewichte) als auf jede andere Art dargestellt werden, sowohl glatt als mit erhabenen Verzierungen und selbt von ansehnlichen Abmessungen; es müssen aber manche Gegenstände von nicht einfacher Gestalt in Teilen gegossen und dann zusammengesetzt werden.

Die gipsenen Formen haben 5 bis 10 *cm* Wandstärke; wenn sie vollgegossen sind und durch die Wassereinsaugung der Schlamm im Gussloche sinkt, giesst man ein- oder zweimal etwas nach. Die Formen zu kleinen Gegenständen werden schon nach 3 bis 4 Minuten gestürzt (ausgeleert), binnen welcher Zeit die Kruste etwa 3 *mm* dick geworden ist. Die Gegenstände bleiben aber nach dem Stürzen noch einige Zeit in der Form, bevor man sie, gehörig fest geworden, herausnimmt. Zuweilen wird das Eindringen des Wassers in den Gips dadurch befördert, dass man die Form in geringem Abstande mit einer luftdichten Hülle umgiebt und aus dem Zwischenraume die Luft auspumpt, oder Luft auf den flüssigen Inhalt der Form drücken lässt.[1]) Hierdurch wird auch eine für grosse Gegenstände sehr nützliche Stützung des abgelagerten Schlammes geboten, der leicht nach unten sinkt, wenn die Form von der überschüssigen Thonmilch geleert ist.

D. Gestaltung durch Strangpressen (I, 287). Sie kommt wesentlich nur für geringere Thonwaren, welche in grosser Stückzahl gebraucht werden, zur Verwendung, wird aber auch zur Vorgestaltung wertvollerer Ware benutzt.

Gefässhenkel, welche ihrer ganzen Länge nach einerlei Querschnittsgestalt und Dicke haben, z. B. glatt, oval oder gerippt sind u. s. w., macht man aus Stücken von so vorbereiteten Stäbchen, deren Herstellung mittels einer Pressmaschine geschieht. Diese enthält einen eisernen oder messingenen Stiefel, der mit teigiger Thonmasse gefüllt wird und als Boden eine Platte mit einem Loche von erforderlicher Gestalt bekommt. Wird in diesem Stiefel der Thon durch einen Stempel gedrückt und fortgeschoben, so tritt er durch die Bodenöffnung in der gewünschten Stäbchenform heraus. Aus ebenso gepressten glatten runden Stäbchen (von der Dicke eines Bindfadens bis etwa 6 *mm* Stärke) werden oft Körbchen von äusserst zierlichem Ansehen geflochten oder auf andere Weise zusammengesetzt. Thonblätter gewinnt man mittels einer ähnlichen Presse, deren Bodenöffnung (Mundstück) schlitzartig ist.

---

[1]) D. p. J. 1884, **253**, 300; 1885, **258**, 439 m. Abb.

Mauerziegel werden in Deutschland, soweit Maschinen in Frage kommen, fast ausschliesslich mittels Strangpressen gewonnen und Thonröhren können kaum durch andere Mittel erzeugt werden.

Die betreffenden Maschinen enthalten immer drei wesentliche Teile, nämlich das Mundstück, die Einrichtung, welche den Thon durch ersteres drückt, und die Vorrichtung zum Abschneiden des gebildeten Stranges. Zuweilen tritt eine Vorrichtung hinzu, welche den Thonstrang in der Längenrichtung zerlegt; auch sind meistens Mischvorrichtungen mit der Strangpresse verbunden. Endlich finden sich zuweilen Einrichtungen, welche zu besonderen Gestaltungsarbeiten dienen.

Maschinen für Mauerziegel. Das Mundstück ist a. a. O. (I, 287) beschrieben.[1])

Es ist vorgeschlagen worden[2]), winkelrecht zur Achse des Mundstückes besseren, bezw. gefärbten Thon einzuführen, um auf diesem Wege die betreffende Seite des Stranges hiermit zu bedecken, der demnächstigen Schauseite des Mauerziegels ein schöneres Aussehen zu geben.

Man hat auch nur zwei Seiten der rechteckigen Mundstücköffnung festgemacht, während die beiden anderen Seiten aus sich um ihre Achse lose drehenden Walzen bestehen.[3]) Es scheint aber dieses Verfahren sich nicht bewährt zu haben.

Zum Hindurchdrücken des Thones verwendet man (seltener) Walzen oder die Thonschraube; der früher zuweilen benutzte Kolben[4]) kommt jetzt wohl nur noch bei Röhrenpressen vor.

Die Walzen[5]) sind im allgemeinen für das Hindurchdrücken des magerern und steiferen Thones brauchbarer als die Thonschraube; indessen hat man letztere so zu verbessern gewusst, dass sie z. Z. wohl allen Anforderungen gerecht wird, wenn nur ihre Verhältnisse der Thonart und insbesondere deren Bildsamkeit angepasst werden. Angesichts der ausserordentlichen Verschiedenheiten in den Eigenschaften des zu bearbeitenden Rohstoffes, und weil man diese nicht in Mass und Zahl auszudrücken vermag, dürfte es z. Z. unmöglich sein, feste Regeln für die Abmessungen dieser Thonschrauben anders als im Hinblick auf bestimmte Thonarten, bezw. Bildsamkeit derselben zu geben. In diesem Sinne seien die Quellen[6]) angeführt. Die Thonschraube ist nichts anderes als der Thonschneider (S. 892 und I, 545), was ihr also an Förderungsfähigkeit, bezw. an Vermögen, den Thon durch das Mundstück zu drängen verloren geht, gewinnt sie in ihrer Eigenschaft als Mischmaschine und umgekehrt, sodass die Wertschätzung derselben seitens der Benutzer sich auf zwei Eigenschaften verteilt und dadurch unklar wird. Da es sich im vorliegenden Buche nicht darum handelt, Regeln für den Bau der betreffenden Maschinen zu geben, so führe ich nur allgemeine Gesichtspunkte an. Was zunächst die Lage der Thonschraube gegenüber dem Mundstück anbelangt, so wird zweifellos der Druck, welchen die Schraube ausübt, weniger geschwächt, wenn das Mundstück in der

---

[1]) D. p. J. 1854, **132**, 175; 1861, **159**, 335; 1876, **219**, 496, **222**, 27; 1877, **243**, 46; 1883, **249**, 157, sämtl. m. Abb.

[2]) D. p. J. 1882, **245**, 92 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1854, **134**, 338 m. Abb.; 1864, **171**, 414 m. Abb.

[4]) D. p. J. 1845, **96**, 361; 1847, **104**, 169; 1848, **110**, 107; 1849, **114**, 406; 1851, **119**, 97; 1852, **126**, 347; 1857, **144**, 408; 1865, **178**, 188, sämtl. m. Abb.

[5]) Sachsenberg, D. p. J. 1864, **171**, 267 m. Abb.; 1865, **176**, 339 m. Abb.
Cazenau, D. p. J. 1864, **171**, 419 m. Abb.
Pinfold, D. p. J. 1871, **202**, 226 m. Abb.

[6]) D. p. J. 1861, **159**, 335 m. Abb.; 1876, **221**, 17.

Achse der Thonschraube liegt, als wenn die Bewegungsrichtung des Thones eine Wendung um 90° machen muss, um in das Mundstück zu treffen. Daraus folgt, dass nur für weichere Thonarten eine senkrechte Thonschraube zum liegenden Mundstück[1]) gefügt werden darf. Steifere Thone verlangen zum liegenden Mundstück eine liegende Thonschraube.[2])

Die Flächengrösse der Flügel darf nicht zu gross gewählt werden und die Ganghöhe derselben soll angemessen sein, damit nicht statt des wirksamen Vorwärtsdrängens nutzloses Kreisen des Thones stattfindet. Man wendet Mittel an, welche dieses Kreisen beschränken (S. 892), und fügt nicht selten Gegenmesser[3]) ein, welche die Bewegungsrichtung des Thones in die zur Schraubenachse gleichlaufende zu lenken suchen. Ich sah auch eine Strangpresse für sehr steifen Thon, bei welcher statt der Gegenmesser die Innenwand des Pressschraubengefässes mit vollständigen Gewindegängen besetzt war, deren innerer Durchmesser den äusseren Durchmesser der Pressschraube natürlich um etwas überragte. Die Wirkungsweise war eine sehr befriedigende.

Endlich ist noch die Doppelschraube zu nennen. Man findet zwei gleiche, nebeneinander liegende Thonschrauben als Speiser der Kolbenpresse[4]) wie der Walzenpresse[5]) angewendet, aber auch als alleiniges Mittel zum Vorwärtstreiben des Thones.[6]) Fig. 262 stellt eine hierher gehörige liegende Anordnung im Querschnitt dar. *a* ist die festliegende Hülle oder das Gefäss der Doppelschraube, *s* sind die beiden Schrauben, welche sich in einander entgegengesetzter Richtung drehen und rechts-, beziehungsweise linksgängig sind, *t* der Einwurftrichter. Die Schrauben greifen hier ineinander; zuweilen liegen sie so weit auseinander, dass ihre Umfänge sich nicht einmal berühren. Man erkennt ohne weiteres, dass die Drehbewegungen des Thones sich gegenseitig aufheben, also Gegenmesser u. dgl. überflüssig sind, dass die Druckfläche sich dem mehr oder weniger rechteckigen Querschnitt des Mundstückes besser anschliesst, als bei Verwendung nur einer Schraube, folglich mit der Doppelschraube leichter eine genügend gleichförmige Druckverteilung auf den Mundstückquerschnitt gewonnen wird, als mit der einfachen Schraube.



Fig. 262.

Wesentlich ist endlich der Vorteil des besseren Einziehens des Thones seitens der Doppelschraube. Wenn man nämlich, wie bei liegenden Thonschrauben kaum vermieden werden kann, den Thon etwa winkelrecht zur Schraubenachse einwirft, so wird derselbe leicht zurückgestossen. Das verhindert die Doppelschraube, wenn ihre Gewindegänge an der Einwurfstelle nicht zu nahe nebeneinander liegen. Bei der einfachen liegenden Schraube hat man sich vielfach genötigt gesehen, zu gleichem Zwecke an der Einwurfstelle besondere Einziehvorrichtungen anzubringen. Sie bestehen z. B. in einem Walzenpaar, einer Einzelwalze[7]) oder auch einem schwingenden Zuführer.[8])

Der aus dem Mundstück hervortretende Thonstrang soll nun zweckmässig

---

[1]) D. p. J. 1840, **77**, 323; 1847, **105**, 246; 1878, **227**, 239, sämtl. m. Abb.
[2]) D. p. J. 1853, **130**, 330 m. Abb.; 1861, **171**, 403 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1884, **252**, 230 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1845, **98**, 174 m. Abb.
[5]) Z. d. V. d. I. 1857, S. 101 m. Abb.
[6]) D. p. J. 1852, **124**, 259 m. Abb.; 1883, **248**; 318.
Prakt. Masch.-Constr. 1884, S. 168 m. Abb.
[7]) D. p. J. 1876, **222**, 27 m. Abb.; 1879, **234**, 182 m. Abb.
[8]) D. p. J. 1881, **240**, 12 m. Abb.

in einzelne Ziegel zerschnitten werden. Dabei ist zu beachten, dass die durch das Mundstück gebildeten Flächen glatt, die durch Abschneiden (mittels eines Drahtes, I, 380) erzeugten Flächen aber rauh ausfallen. Diejenigen Flächen des Ziegels, welche mittels Mörtels an anderes Mauerwerk gebunden werden sollen, wünscht man rauh zu haben, damit der Mörtel besser haftet; die nach aussen gerichtete Fläche soll aber des besseren Aussehens halber glatt sein. Hiernach hat man sich bei Wahl der Schnittflächen zu richten. Sollen z. B. Vollsteine oder solche Hohlsteine erzeugt werden, deren Durchbrechungen winkelrecht zu den breiten Flächen stehen, Fig. 263, so werden die Mundstücksweiten nach der Länge und Breite der Ziegel (unter Zuschlag des Schwindmasses, S. 883) bemessen und die Schneiddrähte d so angeordnet, dass sie um die Ziegeldicke (vermehrt um das Schwindmass) von einander abstehen. Die breiten Flächen der Ziegel werden also durch die Schneiddrähte, die schmalen durch das Mundstück gebildet. Will man aber Hohlsteine haben, deren Höhlungen in den Längenrichtungen derselben liegen, Fig. 264, so umfasst der Strangquerschnitt mehrere Ziegelquerschnitte. Man befestigt vor dem Mundstück die Schneiddrähte d_1, welche den Strang in seiner Länge z. B. in 6 Teile zerlegen. Die beiden äusseren Teile bilden Abfall, die vier innern aber Stränge, welche durch Quertrennen mittels der Drähte d_2 in Ziegel gewünschter Länge zerlegt werden. Es werden bei diesem Verfahren sowohl die breiten, als auch die kurzen schmalen Flächen rauh.

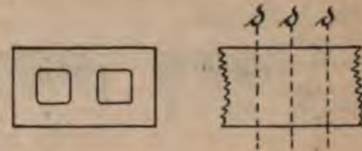


Fig. 263.

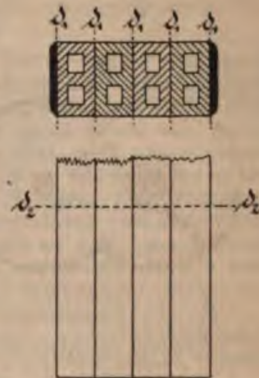


Fig. 264.

Das Quertrennen des Thonstranges soll selbstverständlich genau winkelrecht zu seiner Länge erfolgen. Man hat solches zu erreichen gesucht, indem man den hervorquellenden Thonstrang mittels sehr rasch hindurchgeführten gespannten Drahtes durchschneidet.[1])

Um den Vorgang selbstthätig zu machen, sind die Drähte auf zwei Rollen befestigt, deren Drehachsen quer gegen den Thonstrang liegen[2]), oder speichenartig in ein Rad gespannt, dessen Achse ein wenig gegen die Längenrichtung des Stranges geneigt ist, um die gegensätzliche Bewegung jedes Drahtes zum Thonstrang winkelrecht zu machen[3]), oder es wird eine aus Bandeisen gebildete Schraube zum Abschneiden des Stranges benutzt[4]) oder aus mehreren Drähten eine endlose Kette gebildet, deren unterer Trum sich dem Thonstrang mehr und mehr nähert, wobei die Drähte allmählich die Quertrennung vollziehen[5]), u. s. w. Es haben sich derartige Vorrichtungen in Deutschland bisher nicht einzuführen vermocht.

Ein älteres, durchaus zuverlässiges, aber mühsames Verfahren besteht darin, dass man den Strang in grösserer Länge willkürlich abschneidet, dann auf einer Rollenbahn hervorzieht und hier, während das Strangstück ruht, mittels mehrerer in einen gemeinsamen Rahmen gespannter Drähte ihn zutreffend zerlegt. Dabei wird der Rahmen, um die Bahnen der Drähte genau zu machen, um eine feste und gleichlaufend zum Thonstrang gelagerte Achse gedreht, oder in senk-

[1]) D. p. J. 1852, **124**, 259 m. Abb.
[2]) Cazenau, D. p. J. 1864, **171**, 419 m. Abb.
[3]) Pinfold, D. p. J. 1871, **202**, 226 m. Abb.
[4]) Chambers, D. p. J. 1883, **249**, 157 m. Abb.
[5]) Chambers, D. p. J. 1885, **257**, 138 m. Abb.

rechten oder wagerechten Führungen verschoben, oder endlich in senkrechter Lage festgehalten, während man das Thonstrangstück winkelrecht gegen ihn schiebt.[1])

Am gebräuchlichsten ist z. Z. wohl folgendes Verfahren. Der aus dem Mundstück M, Fig. 265, hervorquellende Strang wird (nachdem er vielleicht durch die festen Drähte d_1 in seiner Längenrichtung zerlegt ist) von den fest-

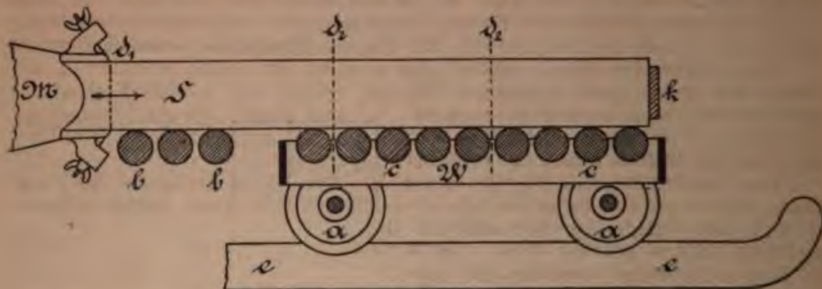


Fig. 265.

gelagerten Walzen b und den auf dem Wagen W gelagerten Walzen c getragen, sodass seinem wagerechten Vorwärtsschreiten keine nennenswerten Widerstände sich entgegensetzen. Am rechtsliegenden Ende des Wagens ragt jedoch eine Platte k, die sogenannte Klappe, empor, welche sich dem Thonstrang in den Weg stellt und diesen veranlasst, den Wagen W, welcher mittels seiner Spurräder a auf den Schienen e leicht und sicher sich bewegt, mitzunehmen. Mit diesem Wagen sind nun die Führungen der Schneiddrähte d_2 fest verbunden, sodass letztere genau winkelrecht zum Thonstrang S diesen durchdringen. Man beseitigt sodann rasch die Platte k (klappt sie nieder), entfernt die abgeschnittenen Ziegel und fährt den Wagen unter S so weit als möglich zurück, bis das Ende des Stranges abermals gegen die Klappe k stösst u. s. w.

Manche Einzeldurchbildungen, bezw. Verfeinerungen der Vorrichtungen (Abschneidetische), welche zur Vollziehung dieses Verfahrens dienen, haben dasselbe zu hoher Beliebtheit verholfen.[2])

Man verfertigt mit einem Mundstück und einem Abschneidetisch täglich zwischen 6000 und 10 000, höchstens 12 000 Ziegel. Letztere Grenze wird schon gesteckt durch die Schwierigkeit, eine so grosse Stückzahl abzunehmen.

Die Maschinen für Dachziegel (Bieberschwänze) unterscheiden sich von denjenigen für Mauerziegel hauptsächlich durch die Abschneidevorrichtungen.[3])

Röhrenpressen werden nur für kleinere Weiten und dann wagerecht gelagert, wenn keine hohen Ansprüche an die Genauigkeit der Röhren gestellt werden. Solche liegende Röhrenpressen unterscheiden sich von denjenigen für Mauerziegel nicht wesentlich. Es werden — da für Röhren weniger Thon verbraucht wird als für Mauerziegel — für solche nicht selten Kolben zum Hinausdrücken des Thones verwendet (S. 907).[4]) Man legt vor das Mundstück ein Feld in festen Lagern sich drehender Tragrollen, presst einen Strang bestimmter Länge hervor, unterbricht den Betrieb und zerschneidet den Strang. Nach Aufarbeitung einer Kastenfüllung wird der Kolben zurückgezogen und der Kasten wieder beschickt.

---

[1]) D. p. J. 1877, **224**, 595 m. Schaubild.
[2]) D. p. J. 1864, **171**, 416 m. Abb.; 1879, **234**, 183; 1886, **259**, 165 m. Abb. Z. d. V. d. I. 1885, S. 633 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1877, **226**, 351 m. Abb.; 1883, **247**, 159 m. Abb., **248**, 319, 320.
[4]) D. p. J. 1857, **144**, 408 m. Abb.; 1865, **178**, 88 m. Schaub.

Liegende Röhrenpressen, bei denen der Thonstrang durch Walzen oder :hrauben (S. 907) hervorgedrückt wird, kommen selten vor und bieten gegen-)er den Ziegelpressen keine nennenswerten Abweichungen.

Bei stehenden Pressen, deren Mundstück nach unten gerichtet ist, wird öglich, die kreisrunde Gestalt des Stranges zu erhalten; sie gestatten auch, ı der Strang sich nicht mit seiner Seitenfläche auflegt, die zur späteren Verndung der Röhren erforderlichen Muffen von vornherein zu bilden. Es wird ɜi den stehenden Thonpressen für den Thonstrang jetzt allgemein eine Stützung ıgewendet, welche Hoffmann vor 1857 für eine Mauerziegelpresse ausführte.[1])

Unter dem Mundstück befindet sich nämlich ein Tisch, welcher an den feilern der Presse gute senkrechte Führung erfährt und mittels Ketten und egengewichte nach oben gehoben wird. In dem Masse, wie der Thonstrang ervorquillt, weicht der Tisch, jenen stützend, nach unten zurück. Der Thon ird meistens mittels einer Schraube hervorgedrückt.[2])

Das Mundstück stellt Fig. 266 zur Hälfte dar. *A* ist der Boden des Pressiefels, *B* eine gehörig befestigte Schale, welche als Dorn dient, sodass zwischen ır und dem Rande der Bodenöffnung die gentliche Röhre gebildet wird. An *A* ist n Ring *a* befestigt, welcher die Gipsfütırung *b* trägt, die durch den Reifen *c* weiıre Stützung erfährt. Diese Gipsfütterung ient im Verein mit dem wegnehmbaren orn *d* zur Ausbildung der Muffe. *d* wird ınächst befestigt; nach Inbetriebsetzung der resse füllt sich der Raum zwischen *b* einerits und *B* und *d* anderseits und es quillt n ringförmiger Strang hervor, dessen Weite ɜr geforderten Muffengrösse entspricht. Man ellt dann den Betrieb ein, schneidet den and der Muffe unter *d* gerade ab, entfernt , ersetzt diesen Körper aber durch eine olzscheibe, auf welcher die Schulter der uffe sich stützt und presst nunmehr die gentliche Röhre. Es wird folgende Leistungsfähigkeit angegeben:

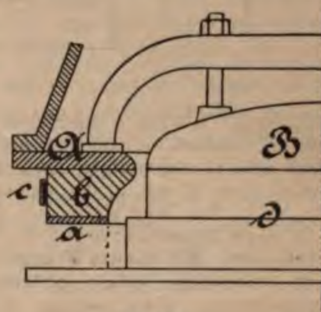


Fig. 266.

bei	0,5 bis 0,8 *m*	Röhrenweite	stündlich	7	Stück	von	1 *m*	Länge,
„	0,4 *m*	„	„	15	„	„	1 „	„
„	0,2 *m*	„	„	25	„	„	1 „	„
„	0,2 bis 0,3 *m*	„	„	30	„	„	1 „	„
„	0,16 *m*	„	„	50	„	„	1 „	„
„	0,12 *m*	„	„	65	„	„	1 „	„

Besondere Mundstücke kommen zur Anwendung für krumme[3]) und hohlandige[4]) Röhren.

Verwandt mit den Röhrenpressen sind gewisse Pressen für Gefässe.[5])

4. Das Brennen.

Durch das Brennen soll dem Thon der Wassergehalt vollständig ıtzogen werden, wodurch er seine Bildsamkeit verliert und widerstandsıhig wird gegen die Erweichung durch Wasser. Hierzu ist eine ziemlich

[1]) Z. d. V. d. I. 1857, S. 101 m. Abb.
[2]) Sachsenberg, D. p. J. 1874, **211** m. Abb.; **214**, 114, 438 m. Abb. Schlickeysen, D. p. J. 1877, **225**, 425 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1880, **237**, 167; 1885, **258**, 438 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1880, **235**, 344 m. Abb.
[5]) D. p. J. 1882, **245**, 108 m. Abb.

hohe Temperatur (900 bis 1000°) erforderlich. Der Scherben (S. 878) wird durch dieses Brennen ziemlich fest, aber porig, sodass er begierig Wasser einsaugt (an der Zunge klebt). Soll die letztere Eigenschaft beseitigt, der Scherben dicht werden, so muss ein Sintern, mässiges Zusammenschmelzen, stattfinden, welches — je nach der Zusammensetzung des Thones — verschieden hohe, jedenfalls höhere Temperaturen verlangt, als die Erzeugung des nicht dichten Scherbens.

Das Wärmeerfordernis für das letztere entspricht der zu verdunstenden Wassermenge und dasjenige für das Sintern ist nur grösser wegen der viel grösser werdenden Wärmeverluste. In Wirklichkeit gebraucht das Brennen auch der nicht dichten Thonwaren erheblich grössere Wärmemengen, als die dem eigentlichen Zweck desselben dienenden, weil grosse Wärmeverluste trotz vorteilhaftester Einrichtung der Brennöfen nicht zu vermeiden sind. Dieser Umstand wird weiter unten ausführlicher erörtert werden.

Die Verdichtung des Gefüges durch Wasserentziehung darf nicht zu rasch verlaufen, wenn verhütet werden soll, dass die betreffenden Gegenstände sich verziehen oder gar reissen (I, 222). Deshalb muss, solange der Wassergehalt noch sehr gross, besonders darauf geachtet werden, dass die Wasserverdunstung langsam stattfindet. Mit der Abnahme des Wassergehalts steigert sich der Widerstand des Thones gegen die Wasserabgabe (I, 532), sodass die Gefahr des Werfens, bezw. Reissens sich mindert. Die Wasserentziehung wird deshalb in 3 Stufen — durch Trocknen, Schmauchen und eigentliches Brennen — vorgenommen, welchen sich nach Umständen die vierte Stufe — das Scharfbrennen — anfügt. Wenn auch die Grenzen dieser Stufen vielfach ineinander übergehen, so wird doch die Übersichtlichkeit des gesamten Vorganges durch getrennte Behandlung der einzelnen Stufen gefördert.

A. Das Trocknen findet, soweit aus weichem Thon erzeugte Ware in Frage kommt, regelmässig durch die freie Luft statt. Nur ausnahmsweise wird die Luft erwärmt.

Am unvollkommensten ist das oben hervorgehobene Regeln des Trocknens, wenn man unter freiem Himmel trocknet. Hiervon wird deshalb auch nur Gebrauch gemacht, wenn es sich um die geringwertigsten Mauerziegel handelt. Strohmatten und Bretter müssen alsdann genügen, um dieselben gegen Sonnenschein und Regen zu schützen.

Weit vorteilhafter sind Trockenschuppen, die wohl mit einstellbaren Klappen versehen sind, um — je nach der Witterung und dem bereits gewonnenen Trockenheitsgrade — die Luft freier oder in beschränkterem Masse spülen zu lassen. Bei künstlichem Heizen der Trocknungsluft müssen, um zu grosse Wärmeverluste zu vermeiden, die Trockenräume sorgfältiger hergestellt werden; man ordnet dieselben auch wohl in mehreren Geschossen übereinander an.

Der Ziegler, welcher mit Handformen (S. 901) arbeitet, legt den Ziegel mit der Form auf den ebenen Boden des Trockenschuppens und hebt sodann die Form ab, vielleicht indem er hierbei ein Brettchen auf den Ziegel legt und auf dieses mit beiden Daumen drückt; seine Arbeitsstelle rückt deshalb in dem

Masse weiter, in welchem neue Bodenflächen für die abzulegende Ware nötig werden. Nachdem die Ziegel einige Zeit, vielleicht 1 Woche, so platt gelegen haben, sind sie genügend getrocknet, um sie auf eine ihrer langen schmalen Flächen zu stellen. Dadurch wird Raum gewonnen, welcher zum Teil zur Anlage von Gängen zwischen den Ziegeln verwendet wird. Später werden die Ziegel zu einer Art luftigem Mauerwerk aufeinander gestellt, welches zuweilen bis zu 1,2 *m* erhöht wird. Man bedarf bei diesem Verfahren für je 1000 Ziegel, welche täglich gefertigt werden, gegen 700 *qm* Schuppengrundfläche. Maschinenziegel müssen von der Maschine zu den Trockenräumen geschafft werden; sie sind meistens hart genug, um sie von vornherein in mehreren Schichten hochkant aufeinander setzen zu können. Feine Verblendsteine werden wohl auf Brettchen gelegt (mit solchen schon von der Maschine genommen) und in Trockengerüsten untergebracht. Mit Dachziegeln wird immer in letzterer Weise verfahren (man gebraucht etwa 60 bis 70 *qm* Trockenraumgrundfläche für je 1000 Stück täglich anzufertigender Dachziegel). Bessere Thonwaren erfahren natürlich eine ihrem Wert entsprechende Sorgfalt bei ihrer Aufstellung in den Trockenräumen, die vielfach gleichzeitig Arbeitsräume für das Gestalten der Gegenstände sind.

Die künstliche Erwärmung der Luft findet meistens durch sogenannte Abhitze statt. So bringt man die betreffenden Trockenräume neben oder über den Öfen an, welche zum Brennen der Ware dienen, oder führt den bereits ausgenutzten Rauch derselben durch Kanäle, welche unter dem Fussboden der Trockenräume angebracht sind[1]) oder führt letzteren Luft zu, welche am oder im Ofenmauerwerk erwärmt worden ist.[2]) Die Trockenräume werden auch kanalartig angeordnet und die Thonware langsam, schrittweise in einer Richtung fortgeführt, während die zum Trocknen dienende Luft in entgegengesetzter Richtung sich bewegt.[3]) Auch lässt man den von der Betriebsmaschine benutzten Dampf durch Röhren strömen, welche in den Trockenräumen zweckmässig verteilt sind. Unter allen Umständen muss, wenn künstliche Erwärmung angewendet wird, der Regelung des Trocknens alle Aufmerksamkeit geschenkt werden.

B. Das Schmauchen nimmt man nur in besonderen Fällen in besonderen Öfen vor; meistens werden die Gegenstände, um die Förderung von einem Ofen zum anderen zu sparen, auch die stattfindende Erwärmung der Gegenstände zu benutzen, an derselben Stelle geschmaucht, an welcher sie gebrannt werden sollen.

Da es sich hier um die Behandlung der Thongegenstände in höherer Temperatur handelt, so darf man, um nicht Wärme zu vergeuden, mit der Luftzufuhr nicht zu verschwenderisch umgehen. Anderseits muss mindestens so viel Luft zugeführt werden, als erforderlich ist, um die aufgenommenen Wasserdämpfe bei der Temperatur, welche die Luft in den einzelnen Teilen, wie bei dem Verlassen des Schmauchraumes noch hat, sicher fest zu halten (I, 142, 143, 531).

In dieser Beziehung entstehen nicht selten Schwierigkeiten bei Anwendung der sonst zweckmässigsten Öfen, derjenigen nämlich, welche mit Gegenstrom arbeiten. Indem die Luft von den Thongegenständen Feuchtigkeit aufnimmt, verliert sie so viel Wärme, wie zur Verdunstung derselben erforderlich ist; es mindert sich daher ihre Fähigkeit, den Wasserdunst festzuhalten. Sie giebt aber auch Wärme an die noch kalten Ziegel ab und wird dadurch nicht selten gezwungen, einen Teil des Dunstes fahren zu lassen, welcher sich an den kalten

---

[1]) D. p. J. 1874, **214**, 215; 1879, **232**, 424 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1884, **254**, 301 m. Abb.; 1885, **255**, 346 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1876, **221**, 520 m. Abb.; 1879, **233**, 382 m. Abb.; 1885, **255**, 346 m. Abb.

Ziegelflächen als Wasser niederschlägt. Dass durch solche Netzung der Ziegel deren Schönheit und andere gute Eigenschaften erheblich leiden müssen, liegt auf der Hand. Es würde gut sein, den Sättigungszustand der Luft an verschiedenen Stellen des Trocken- bezw. Schmauch-Raumes häufig zu untersuchen und hiernach die Luftzufuhr zu regeln. Allein, die hiermit verbundenen Umständlichkeiten lassen hiervon absehen, weshalb man der Sicherheit halber meist mit einem bedeutenden Luftüberschuss arbeitet.

Einrichtungen für das Schmauchen finden w. u. noch Erwähnung.

C. Das Brennen. Man kann die Brennöfen unterscheiden in solche für unterbrochenen Betrieb und solche für stetigen Betrieb, wenngleich beide Gruppen ineinander übergehen.

Die roheste Gestalt der ersteren wird für den Feldbrand benutzt.

Auf der geebneten Erde werden die getrockneten Ziegel mit Zwischenlagen von Kohlenklein zu einem grossen Block gleichsam aufgemauert, dann dieser Block von einer Mauer aus gleichen Ziegeln, zwischen denen aber keine Kohle liegt, eingeschlossen; es wird das Ganze mit Lehm verstrichen und sodann an dem Ende das Feuer entzündet, welches dem Winde entgegengerichtet ist. Der entstehende Rauch entweicht durch Öffnungen der Einschliessungsflächen, welche nach Bedarf während des Betriebs verengt, bezw. geschlossen oder erweitert werden, wie auch die Lufteintrittsöffnungen entsprechende Regelung erfahren.

Die erstentwickelte Wärme, richtiger, der sie tragende luftreiche Rauch dient zum Schmauchen der Ziegel, die sich in der Nähe des Feuers befinden; mit steigender Temperatur des letzteren erweitert sich der Kreis, innerhalb welchem das Schmauchen stattfindet und ist der Brennstoff verbraucht, so wird die durch die Zwischenräume der gebrannten Ziegel streichende Luft erhitzt, sodass die Verbindung mit dem weiter hinten liegenden Brennstoff sich gut vollzieht. Der die entferntern Ziegelschichten durchstreichende Rauch bereitet aber immer neue Teile des Blockes (durch Schmauchen derselben) vor.

Ändert sich die Windrichtung während des Brandes nicht, so gelingt einem geschickten Brenner in 8 bis 12 Tagen den Brand derartig zu vollziehen, dass der grösste Teil des Blockes zu brauchbaren — wenn auch geringwertigen — Ziegeln geworden ist. Witterungs- und Windwechsel vermögen aber den Verlauf des Brandes ungemein zu stören.

Man entnimmt dem Block einen Teil als sehr stark gebrannte Ziegel (Klinker), einen Teil als gut gebrannte Ziegel und einen Teil als Bleicher, d. h. ungenügend erhitzte Ware. Der Rest besteht in unbrauchbaren Bruchstücken und Ziegeln, welche so wenig erhitzt wurden, dass sie selbst zu Innenwänden nicht verwendet werden können.

Es ist vorgeschlagen, den Feldbrand mittels besonderer Feuerstellen durchzuführen.[1])

Sehr eingehend ist die Feldziegelei, einschliesslich der Brennverfahren in unten verzeichneter Quelle abgehandelt.[2])

Die Einrichtung wird zum Ziegelofen[3]), wenn man die Einschliessungsflächen aus dauerhaftem Mauerwerk herstellt und Feuerstellen anbringt, in denen die Verbrennung geregelt werden kann.

Fig. 267 stellt z. B. einen oben offenen Ofen in lotrechtem Schnitt dar. *bb* sind die Feuerstellen, welche sich auf die ganze Tiefe, oder doch den grössten Teil der Tiefe erstrecken. Sie sind mit Rosten versehen, unter welchen die Aschenräume *aa* sich befinden. Über den Feuerstellen *bb* sind durchbrochene

---

[1]) D. p. J. 1879, **232**, 423 m. Abb.

[2]) E. Heusinger v. Waldegg, Die Ziegelfabrikation. 3. Aufl. Leipzig 1876, m. Abb.

[3]) D. p. J. 1882, **246**, 513 m. Abb.

Gewölbe angebracht, sodass die heissen Rauchgase zerstreut in die Zwischenräume des Ziegelhaufens *c* entweichen. *d* bezeichnet eine der Umfassungswände. Zum Schutz gegen Regen befindet sich über dem Ofen ein leichtes Dach. Um sich gegen die Einflüsse des Windes auf die Feuerstellen zu schützen, ist gegenüber den Schüröffnungen eine Wand errichtet, oder es werden hier vorübergehend Schirme aufgestellt. Sollen die Feuer derartiger grösserer Öfen nicht nicht zu lang, d. h. bequemer zu bedienen sein, so zerlegt man ihre Länge wohl in zwei Teile und bringt die Schüröffnungen an beiden Langseiten des Ofens an. Die Überwölbungen werden zuweilen aus genügend widerstandsfähigen Bruchsteinen, zuweilen aus gewöhnlichen Ziegelsteinen, zuweilen aus sogenannten feuerfesten Ziegeln hergestellt, welche letztere eine längere Dauer der Gewölbe sichern. Zuweilen bildet man die Decken der Feuerstellen durch Überkragung der zu brennenden Ziegel.

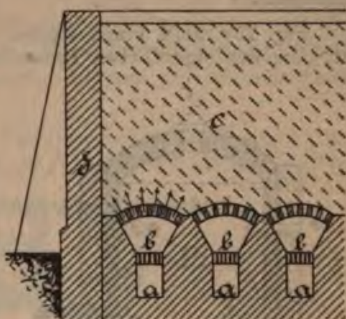


Fig. 267.

Nachdem der Ofen besetzt ist, entzündet man in den Feuerstellen ein leichtes Feuer (welches durch Reisig, Torf u. dgl. genährt wird) und sucht dessen Hitze nur allmählich steigen zu lassen. Es findet das Schmauchen statt, welches je nach Art des Thones und dem Trockenheitsgrade der Ziegel 1 bis 7 Tage währt. Das Schmauchen geht, da die Lebhaftigkeit der Wärmeentwicklung stetig gesteigert wurde, in das eigentliche Brennen über, für welches man übrigens nur besseren Brennstoff (Steinkohle, schweren Torf, trocknes Holz) verwendet, und welches in 3 bis 8 Tagen verläuft. Um recht gleichförmiges Brennen herbeizuführen, muss der Verlauf desselben sorgfältig beobachtet werden. Fehler in der Aufschichtung der Ziegel oder der späteren Bedienung des Ofens sucht man durch Regelung des Feuers in den einzelnen Feuerstellen und des Rauchabzugs durch die obere Fläche der Ofenfüllung auszugleichen. Die oberen Schichten der letzteren werden ungenügend gebrannt wegen der freien Wärmeausstrahlung.

Teils um die Ofenfüllung bis oben hin gar zu brennen, teils um Brennstoff zu sparen und die Bedienung zu erleichtern, werden diese Öfen oben durch eine besondere Decke[1]) oder besser durch ein Gewölbe geschlossen, welches mit Öffnungen zum Abzug des Rauches versehen ist.[2])

Man deckt alsdann diese Öffnungen nach Bedarf mehr oder weniger zu. Die Verbindung dieser Öffnungen mit einem Schornstein bewirkt einen besseren Abzug des Rauches und dient zu lebhafterem Anfachen der Feuer. Das ist das Urbild des gegenwärtigen stehenden Ofens mit steigender Hitze.

Solange man die Rauchgase durch die Zwischenräume der zu brennenden Thonware senkrecht emporsteigen und oben entweichen lässt, bietet die Erzeugung gleichförmiger Temperatur immer Schwierigkeiten. Man sucht zuweilen letztere dadurch zu heben, dass man nur einen Teil der Wärme von unten, einen anderen Teil derselben aber in einiger Höhe zuführt.[3])

Da die Temperatur der Gase in derselben wagerechten Ebene ohne weiteres (im wesentlichen) gleichartig wird, wenn man die Einfuhr der-

---

[1]) D. p. J. 1880, **237**, 291 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1858, **150**, 408 m. Abb.; 1863, **170**, 99 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1825, **17**, 463 m. Abb.; 1888, **270**, 289 m. Abb.

selben in den Brennraum oben, die Abfuhr aber am Boden stattfinden lässt, so sind stehende Öfen mit fallender Hitze vielfach beliebt, namentlich für bessere Thonwaren (Verblendziegel, Töpferware, bis zum Porzellan).[1])

Fig. 268 stellt einen solchen Ofen für Porzellan in senkrechtem Schnitt dar. Um den eigentlichen Brennofen *A* sind drei Feuerstellen *f* verteilt, deren Flamme, vermöge der aus feuerfestem Thon gebildeten Schirme *a* nach oben gelenkt wird. Von dort sinken die Rauchgase allmählich nach unten, entweichen durch Öffnungen der Ofensohle in den tiefer belegenen Verglühofen *B* und verlassen diesen ebenso durch Öffnungen der Ofensohle, um ihren Wärmerest vielleicht für einen Trockenraum herzugeben. *ss* sind Schaulöcher, *S* bezeichnet ein grosses Schauloch, welches insbesondere auch dazu dient, um bei dem Abkühlen des Ofens die erwärmte Luft abströmen zu lassen. Seitlich angebrachte Öffnungen der Öfen *A* und *B* dienen zur Beschickung und Entleerung derselben.

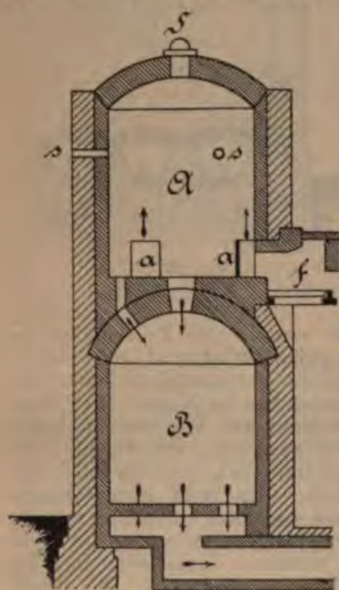


Fig. 268.

Es muss nun zugestanden werden, dass in derartigen Öfen oben eine höhere Temperatur herrscht, als unten; allein dieser Temperaturunterschied fällt sehr gering aus, wenn gegen Ende des Brandes die Thonware fast keine Wärme mehr aufnimmt.

Man kann nun auch die heissen Rauchgase in etwa wagerechter Richtung durch das aufgeschichtete Brenngut streichen lassen, sodass die betreffenden Öfen liegende genannt zu werden verdienen.

Die bisher besprochenen Öfen leiden im allgemeinen an grosser Wärmevergeudung, weil nahezu die gesamte von der Ware aufgenommene Wärme, einschliesslich derjenigen, welche in den Ofenwänden aufgespeichert war, bei dem Abkühlen des Ofeninhalts verloren geht und weil man etwa vom Beginn des eigentlichen Brennens an die Rauchgase mit hoher und immer steigender Temperatur entweichen lässt. Der in letzterem Verfahren liegende Wärmeverlust kann dadurch gemildert werden, dass man die aus dem Brennofen abziehenden Gase noch zu anderen Erwärmungszwecken benutzt (I, 171), z. B. zum Trocknen, Schmauchen (s. w. u.), zum Erhitzen der Verbrennungsluft.[2]) Ebenso ist es mit der Wärme, welche die gebrannte Ware und die Ofenwände aufgenommen haben.[3])

[1]) D. p. J. 1880, **236**, 160 m. Abb.; 1883, **250**, 521 m. Abb.; 1884, **254**, 164 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1876, **220**, 427 m. Abb.; 1880, **236**, 158 m. Abb.; 1882, **246**, 514 m. Abb.; 1884, **254**, 337 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1874, **214**, 207.

Übersichtlicher ist die Aneinanderreihung mehrerer Öfen derart, dass die Abhitze des einen Ofens zum Erwärmen bezw. Schmauchen des Inhalts des folgenden Ofens dient. So schaltet man 4 und mehr Öfen hintereinander und lässt zuletzt den bisher ausgenutzten Rauch noch zum Erwärmen der Trockenräume dienen [1]), während die in der gebrannten Ware und den Ofenwänden aufgespeicherte Wärme nur nebensächlich oder garnicht benutzt wird.

Fig. 269 stellt die Ofenanlage von Thiele, Götjes & Schulze dar. *A*, *B*, *C* und *D* sind 4 Brennöfen, welche mit je drei Rostfeuerungen *f* versehen

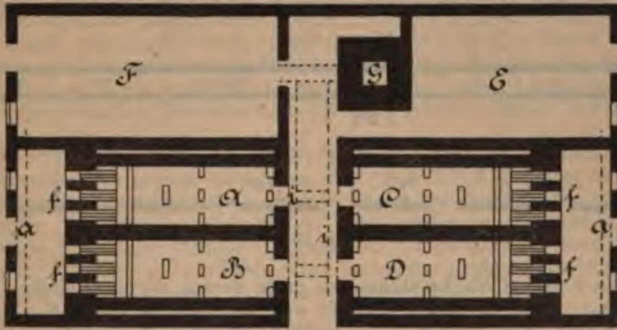


Fig. 269.

sind. Der Rauch fällt durch Öffnungen der Ofensohlen (die durch Rechtecke angedeutet sind) in unterirdische Kanäle *a* und *i* und wird mittels dieser entweder einem folgenden Ofen oder einer der Trockenkammern *F* und *E* zugeführt. Unter der Sohle der letzteren sind zahlreiche Kanäle angebracht, welche der Rauch durchströmt, bevor er zum Schornstein *G* gelangt. Beispielsweise wird der Inhalt des Ofens *A* abgekühlt. Es strömt kalte Luft durch die Feuerungen *f* ein, erwärmt sich an der gebrannten Ware und entweicht sodann durch Öffnungen der Ofendecke, welche freigelegt sind, in den Trockenraum, welcher über den Öfen sich befindet. In *B* wird gebrannt; der Rauch strömt von hier nach *D*, woselbst er aus einigen der Bodenöffnungen hervortritt, dann nach *C* und schliesslich unter die Sohlen der Trockenkammern *E* und *F*, um endlich in den Schornstein abzufliessen.

Am vollkommensten ist die Wärmeausnutzung im sogenannten Ringofen, welcher zuerst von Hoffmann & Licht ausgeführt wurde.[2])

Derselbe wurde früher so ausgeführt, dass sein Grundriss einen kreisrunden Ring bildete; später hat man ihn der bequemeren Ausführung halber als langgezogenen Ring ausgebildet. Der (kleinkörnige) Brennstoff wird durch Öffnungen im Gewölbe des Ofens eingeworfen, sodass er in Schächten, welche unter den Einwurföffnungen ausgespart sind [3]), auf Hervorragungen sich hängt. Durch die früher geheizten Ofenteile strömt

---

[1]) D. p. J. 1858, **150**, 408; 1859, **151**, 270, **153**, 24; 1879, **232**, 424, **233**, 464; 1880, **238**, 44, 45; 1881, **242**, 247; 1885, **257**, 513, sämtl. m. Abb.

[2]) D. p. J. 1858, **210**, 69; 1860, **155**, 178 m. Abb., **158**, 183; 1871, **200**, 79; 1872, **205**, 205 m. Abb., 311; 1873, **210**, 69; 1878, **228**, 65, 242, 432 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1879, **232**, 425 m. Abb.

Luft, welche hoch erhitzt da eintrifft, woselbst nunmehr gebrannt werden soll und sich anstandslos mit dem Brennstoff verbindet. Die Flamme, bezw. der Rauch srömt in gleicher Richtung weiter, erhitzt die Thonware, welche demnächst gebrannt werden soll, schmaucht die folgende und entweicht schliesslich stark abgekühlt in den Schornstein.

Fig. 270 stellt einen gestreckten Ringofen, über welchen genauere Temperaturbeobachtungen bekannt gegeben sind[1]), im Grundriss dar. Zwei weite



Fig. 270.

Kanäle 1 bis 7 und 8 bis 14 stehen an ihren Enden durch seitliche Öffnungen in Verbindung; zwischen ihnen befindet sich der Rauchsammler *R*, welcher sich einerseits durch einen Kanal dem rechts belegenen Schornstein anschliesst, anderseits durch Einstellen geeigneter Ventile mit jedem der durch 1 2 .... 14 bezeichneten Orte in freie Verbindung gesetzt werden kann. Die Ventile von 9 und 10 sind z. Z. geöffnet (gezogen), sodass von diesen beiden Orten der Rauch durch den Rauchsammler zum Schornstein gesaugt wird; zwischen 10 und 11 befindet sich augenblicklich eine feste Wand. Aus 13 werden die gebrannten und abgekühlten Ziegel entfernt. Es strömt durch die Austragsöffnung etwas frische Luft ein. Mehr kalte Luft tritt durch die freigelegten Austragsöffnungen der Orte 14 und 1 ein. Sie wirkt hier, wie an den folgenden Orten 2 bis nach 4 hinein abkühlend, nimmt aber dabei dermassen an Temperatur zu, dass sie sich mit dem bei 4, 5 und 6 eingeworfenen Brennstoff sofort verbindet. Die gebildeten Rauchgase durchströmen sodann die Orte 6, 7, 8, 9 und 10 und entweichen von den letzterwähnten beiden durch die Sohle[2]), oder doch unmittelbar über derselben zum Schornstein.
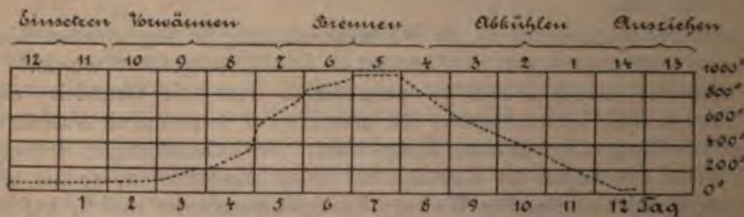


Fig. 271.

Den Wechsel der Temperaturen erkennt man aus der Schaulinie, welche Fig. 271 wiedergiebt. Im Anfange von 14 herrscht nun eine Temperatur, welche

[1]) Ferd. Fischer, D. p. J. 1878, **228**, 248 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1881, **242**, 428 m. Abb.

das Austragen der gebrannten Ware eben gestattet; von da ab steigt die Schaulinie, bis sie zu Ende von 4 die oberste Grenze (968°) erreicht. Der Rauch trifft sodann auf ungebrannte Ware und nimmt rasch an Temperatur ab, teils durch Verdunsten des Wassers, teils durch Erhitzen der Ware, sodass er mit nur 80° in den Rauchsammler gelangt. Die Stelle, woselbst gefeuert wird, rückt nun allmählich in der Richtung vorwärts, in welcher sich die Luft, bezw. der Rauch bewegt. Man beseitigt die Wand w und überlässt der inzwischen angebrachten Wand w_1 den Abschluss, öffnet das Ventil bei 11 und schliesst dasjenige bei 9 u. s. f.

Früher bestanden die Wände w, w_1 aus Eisen, und wurden nach oben oder seitwärts herausgezogen. Neuerdings fertigt man sie meistens aus Papier.[1] Es wird die aus zusammengeklebtem Tapetenpapier gebildete Wand eingeklebt, nachdem der betreffende Teil des Ofens mit frischer Ware angefüllt ist, und in ihr ein kleines Loch angebracht. Sobald nun das folgende Ventil gezogen, das vorhergehende geschlossen wird, saugt der Schornstein den Rauch so durch das Loch, dass seine von der steigenden Temperatur mürbe gewordenen Ränder abbröckeln und bald die ganze Wand zerfällt. Es ist auch vorgeschlagen worden, den Abschluss mittels Sandschüttung[2]) oder mittels fester Wände[3]) zu bewirken.

W. o. (S. 913) wurde schon auf die Gefahr hingewiesen, dass die zum Schmauchen dienenden Rauchgase infolge zu weit gehender Abkühlung einen Teil der aufgenommenen Feuchtigkeit ausscheiden lassen, sodass auf der kältesten Ware ein feuchter Niederschlag sich bildet. Um solches zu vermeiden, führt man wohl mittels besonderer Kanäle (sogenannter Hitzeleiter) heisse trockne Luft aus dem in Abkühlung begriffenen Raume zu demjenigen Ofenteil, in welchem geschmaucht wird[4]), steigert also das Vermögen der Gase, Feuchtigkeit aufzunehmen, bezw. festzuhalten.

In gleichem Sinne wirkt nebenbei die Anbringung kleiner Roste in der Ofensohle unter den Einwurföffnungen des Brennstoffes[5]), denen von unten frische Luft zugeführt wird; auch möge auf ein älteres, verwandtes Verfahren hingewiesen werden.[6])

Die soeben angeführten Roste sollen übrigens die vollständige Verbrennung der Kohle sichern. Manche andere Rostanordnungen im Ringofen[7]) bezwecken teils das Gleiche, sollen aber teils auch die unmittelbare Berührung des Brennstoffes, bezw. der Asche mit der Thonware — welche zu Schönheitsfehlern Veranlassung giebt — verhindern. Auch hat man die Brennschächte (S. 917) aus festem Mauerwerk gebildet[8]), um Brennstoff und Asche von der Ware fern zu halten.

Endlich sind, als gleiche Zwecke verfolgend, die mit Gas geheizten Ringöfen zu erwähnen.[9])

Der den soeben abgehandelten Ringöfen zu Grunde liegende Gedanke, durch Gegenstrom an Wärme zu sparen, kommt ebenso zur Geltung, wenn man immer dieselbe Feuerstelle, Eintrags- und Austragsöffnung benutzt, aber die zu brennende Ware von der Eintragsöffnung bis zur Austragsöffnung stetig oder schrittweise vorrücken lässt.

---

1) D. p. J. 1879, **232**, 426.
2) D. p. J. 1880, **238**, 44 m. Abb.; 1881, **242**, 247 m. Abb.
3) D. p. J. 1884, **254**, 166 m. Abb.
4) D. p. J. 1876, **221**, 248; 1879, **232**, 427; 1882, **246**, 515; 1884, **254**, 213, 299; 1885, **257**, 515; 1877, **270**, 250, fast sämtl. m. Abb.
5) D. p. J. 1879, **233**, 463 m. Abb.; 1880, **238**, 226 m. Abb.
6) D. p. J. 1879, **233**, 387.
7) D. p. J. 1880, **238**, 45, 227; 1884, **254**, 166; 1885, **257**, 515, sämtl. m. Abb.
8) D. p. J. 1884, **254**, 214 m. Abb.
9) D. p. J. 1871, **200**, 457; 1880, **238**, 227; 1882, **246**, 517; 1884, **254**, 166, 301; 1888, **270**, 247, sämtl. m. Abb.

Fig. 272 versinnlicht einen dementsprechenden Kanalofen[1]) (vgl. I, 172). Etwa in der Mitte eines geraden überwölbten Kanales, bei *F*, wird gefeuert, entweder auf seitlich angebrachten Rosten, oder indem man den Brennstoff durch Öffnungen der Kanaldecke auf die zu brennende Ware streut. Links (in bezug auf die Figur) tritt kalte Luft ein, erwärmt sich an der ihr begegnenden, abzukühlenden Thonware, dient (in der Regel) zum Nähren des Feuers *F*

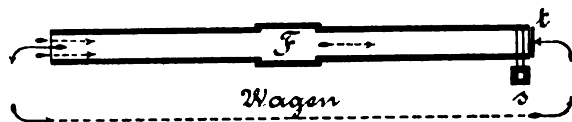


Fig. 272.

und strömt, mit Rauch gemischt, unterwegs die ihr begegnende frische Ware trocknend und erwärmend weiter, um in den Schornstein *s* zu entweichen. Die Thür *t* dient zum Verschluss des Ofens. Wagen, welche mit der zu brennenden Thonware beladen sind, treten nach Öffnung der Thür *t* ein, und verlassen den Ofen an seinem entgegengesetzten Ende, werden entladen und wieder beladen, u. s. w. Der Schutz der eisernen Wagen vor Beschädigungen durch die Hitze des Ofens ist schwierig, scheint aber die Lebensfähigkeit der Öfen nicht ernstlich zu bedrohen. Man hat auch die Längengestalt des Kanales kreisbodenförmig gemacht[2]), wobei der ausserhalb des Ofens belegene Rest des Kreises, in welchem die Wagen sich bewegen, zum Be- und Entladen der letzteren benutzt wird.

Feinere Thonware, insbesondere Porzellan, muss vor der Berührung mit den Rauchgasen, und so vor Schädigung ihrer Schönheit geschützt werden. Es lässt sich zwar durch Wahl des Brennstoffes (Steinkohle schädigt nicht allein durch vom Rauch mitgerissene Asche, sondern namentlich durch ihren Schwefelgehalt) und Anlage sowie Betrieb der Feuerungen (Erzeugen sauerstoffhaltiger — oxydierender — oder sauerstofffreier — reduzierender — Flamme) viel zum Schutz des Brenngutes erreichen, man bringt sogar hierdurch zuweilen absichtlich gewisse Färbungen hervor. Soll indessen nur die Hitze der Flamme auf die Ware einwirken, so muss letztere von ersterer vollständig abgeschlossen werden. Das geschieht durch Anwendung von Kapseln, in welche das Brenngut gebracht wird, oder Muffeln (I, 196).

Die Kapseln sind dickwandige Gefässe aus feuerfestem Thon mit gut schliessendem Deckel. Vielfach wird auf die eine Kapsel eine zweite so gesetzt, dass letztere gleichzeitig den Deckel der ersteren bildet. Die Fugen zwischen Deckel und Kapseln und sonstige Öffnungen werden nach Bedarf mit feuerfestem Thon verstrichen. Man hat als Rohstoff für die Kapseln folgendes Gemisch vorgeschlagen[3]): 100 T. Sand, 5 T. Gips und 4 T. Dolomit, welches geformt, gepresst und bei Weissglut gebrannt wird. Sonst werden die Kapseln wie gewöhnliche feuerfeste Thonware behandelt und vor ihrer Verwendung im Verglühfeuer (S. 916) gebrannt. Die in den Kapseln zu brennende Porzellanware muss so gestützt werden, dass sie möglichst verhindert wird, sich bei dem

---

[1]) D. p. J. 1875, **216**, 200; 1879, **232**, 428, **233**, 382; 1880, **238**, 414, 476; 1884, **251**, 79; 1885, **257**, 514, sämtl. m. Abb.
[2]) D. p. J. 1880, **238**, 414 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1880, **236**, 161.

eintretenden weichen Zustande zu verziehen. Hierzu dienen zuweilen besondere Einrichtungen.[1])

Der Muffelofen besteht entweder aus eingemauerten feuerfesten oder sonstigen Gefässen, welche das Brenngut aufnehmen und von aussen seitens der Flamme bespült werden[2]), oder aus derartigen Röhren, welche der Rauch durchströmt, während das Brenngut sie umgiebt.[3]) Erstere dienen hauptsächlich zum Einbrennen der Farben (s. w. u.).

Der Brennstoffaufwand beträgt bei den besten mit Gegenstrom arbeitenden Öfen 35 *kg* reinen Kohlenstoff auf 1000 *kg* fertige Ware[4]), steigt aber nicht selten auf das 10fache dieses Betrages und mehr.

5. Das Verzieren, bezw. die Oberflächenbearbeitung der Thonwaren.

A. Um den Thonwaren eine andere Farbe zu geben, als ihr Scherben von Natur darbietet, werden dieselben oft — vor dem Brennen — mit einem dünnen Überzug anderen, regelmässig sorgfältiger ausgewählten und vorbereiteten Thones überzogen, von dem man weiss, welche Farbe er beim Brennen annimmt. Soll nur eine der Flächen oder wenige derselben diesen andersfarbigen Überzug erhalten, so wird der betreffende gehörig flüssig gemachte Thon auf die sonst fertig gestalteten Gegenstände gegossen und der Überfluss ablaufen gelassen. Man nennt hiernach das Verfahren das Begiessen. Will man den Gegenstand vollständig mit dem färbenden Thon überziehen, so taucht man ihn in die Thonbrühe.

Wegen des verschiedenen Schwindens des verhältnismässig dünn angemachten Thones, welcher die Farbschicht bildet, gegenüber demjenigen des Werkstückes, löst sich der Beguss oder Anguss oft von der Ware — vielleicht erst nach einigen Jahren — weshalb die begossene Ware mangelhafter Dauer ihres Bestandes verdächtig ist.

B. Blauschwarze Färbungen der Dachziegel werden auf folgende Weise gewonnen.[5]) Nachdem das eigentliche Brennen vollzogen ist, werden die Rauchabzugsöffnungen (des einfachen gewölbten Ofens mit Rostfeuerungen) geschlossen, auf die Roste frisch geschlagenes Erlenholz gebracht und sowohl Feuerthüren als Aschenfallöffnungen möglichst dicht verschlossen. Es wird durch die vorhandene hohe Temperatur das Holz vergast, der Qualm erfüllt den Ofen, und durch seine reduzierende Wirkung werden die rot gefärbten Eisenoxydverbindungen der Thonware in schwarzfärbende Eisenoxydulverbindungen verwandelt.

Man gewinnt eine ähnliche, indes weniger schöne Färbung durch Eintauchen der gebrannten noch heissen Ziegel in Teer (Tunksteine). Auch andere Flüssigkeiten werden zu diesem Tränken, welches gleichzeitig die Ware wetterfester machen soll, benutzt. Die Färbung wird

[1]) D. p. J. 1880, **236**, 242 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1873, **210**, 66; 1880, **236**, 241 m. Abb.; 1882, **246**, 416 m. Abb.; 1884, **254**, 839 m. Schaubild; 1886, **260**, 318 m. Abb.
[3]) D. p. J. 1884, **254**, 165 m. Abb.; 1886, **259**, 43 m. Abb.
[4]) D. p. J. 1876, **220**, 527.
[5]) D. p. J. 1872, **206**, 347.

nur dann eine hübsche, wenn die Ziegel eine möglichst gleichmässige, nicht zu niedrige Temperatur haben. Man hat daher eine mechanische Einrichtung vorgeschlagen[1]), welche die Ziegel entsprechend langsam durch einen Ofen, durch das Bad und schliesslich durch eine Kühlkammer führt.

C. Die wichtigste hierher gehörende Oberflächenbearbeitung ist das Verglasen oder Glasieren.[2])

Die Glasur ist ein dünner, völlig geflossener, der Thonmasse fest anhängender glasartiger Überzug, durch dessen glänzendes, oft verschieden farbiges Ansehen die Ware verschönert werden soll, und der zugleich die Bestimmung hat, die Reinhaltung zu erleichtern, sowie (bei nicht gesinterten Massen) das Einsaugen von Flüssigkeiten zu verhindern. Eine gute Glasur muss vor allem schön geflossen sein, daher eine glatte, von Wellen, Tropfen und anderen Erhöhungen freie, glänzende Oberfläche ohne Bläschen darbieten; ferner überall gleich stark und nicht zu dick aufgetragen sein, fest an den Gegenständen haften und nicht die unter dem Namen Haarrisse bekannten feinen Sprünge zeigen. Die Haarrisse sind Folge verschiedenen Schwindens des Glasüberzuges gegenüber dem Scherben und verwandt mit dem noch grösseren Fehler des Abspringens oder Abblätterns der Glasur. Das Einbrennen der Glasur findet bei hoher Temperatur statt; schwindet nun bei der folgenden Abkühlung die Glasur mehr als der Scherben, so zerreisst die Glasur an vielen Stellen, es bilden sich in ihr die Haarrisse (I, 446); schwindet der Scherben mehr als die Glasur, so springt letztere ab. Beiden Übelständen kann nur wirksam begegnet werden durch sorgfältiges Anpassen der Glasurmischung an die betreffende Thonart.

Es wird für undichte Scherben angegeben[3]), dass die Glasur um so leichtflüssiger sein dürfe, je quarzreicher der Scherben sei; mit der Zunahme des Thones im Scherben müsse aber die Strengflüssigkeit der Glasur wachsen. Ferner: je feinkörniger der Quarzsand, um so leichtflüssiger dürfe die Glasur sein; mit der Zunahme des Feldspatgehaltes im Scherben müsse die Schmelztemperatur gesteigert werden. Für gesinterte oder dichte Scherben gelten aber diese Regeln nicht.

Hinsichtlich der Farbe, Härte, Strengflüssigkeit und des Widerstandes gegen Einwirkung der Säuren sind die Anforderungen nach den Gattungen der Glasuren sehr verschieden. Die Zusammensetzung der Glasuren ist ebenso mannigfaltig, als jene der Thonmassen, auf welchen sie angebracht werden, und muss sich ausser den angeführten Schwindungsverhältnissen nach der Feinheit der Ware und (hinsichtlich der Schmelzbarkeit) nach der beim Brennen anzuwendenden Hitze richten. Man kann folgende Hauptgattungen von Glasuren unterscheiden:

a. Salzglasur. Dachziegel, Mauerziegel und geringe Töpferware erhalten einen sehr dünnen, wenig glänzenden, sehr fest haftenden Glas-

---

[1]) D. p. J. 1852, **125**, 168 m. Abb.

[2]) D. p. J. 1831, **41**, 206; 1880, **235**, 449; 1882, **245**, 39, 84; 1883, **248**, 168; 1884, **252**, 374; 1890, **276**, 374.

[3]) Notizbl. d. Vereins z. Fabrik. v. Ziegeln 1880, S. 173. D. p. J. 1881, **239**, 471.

überzug auf folgendem Wege. Man bestreicht vor dem Brennen die Ware mit Kochsalz oder wirft (besser und häufiger) bei Abschluss des Brandes Kochsalz in den Feuerraum, auch wohl in den Ofen selbst (S. 880). In der Glühhitze wird das Salz unter Einwirkung des Thones zersetzt, das Natron mit dem an der Oberfläche der Ware liegenden Thongemenge verbunden und so die Verglasung herbeigeführt.

b. Durchsichtige Bleiglasur, worin ausschliesslich oder hauptsächlich Bleioxyd das Flussmittel ist, welches die übrigen Bestandteile (Kieselerde, Thonerde u. s. w.) zu glasiger Schmelzung bringt; die leichtflüssigste Glasur, welche zwar weich (der Abnutzung nicht sehr widerstehend) ist, aber sich sehr innig mit der Thonmasse verbindet. Wenn die Menge des Bleioxydes darin nicht zu gross ist, widersteht sie genügend, wenn auch nicht vollkommen, der auflösenden Kraft schwacher Säuren, und ist daher bei Kochgeschirren nicht gesundheitsgefährlich.

Für gemeine Töpferware setzt man die Bleiglasur aus Bleiglätte und gelbem, eisen- und thonhaltigen Sande, oder aus Bleiglätte und Lehm, Versatzlehm, zusammen ($1^2/_3$ bis $^3/_4$ Teil Glätte auf 1 Teil Lehm); statt der Glätte kann auch Bleiglanz (Töpfererz) dienen, der im Brennfeuer zerlegt und in Bleioxyd umgewandelt wird. Die Glasur hat eine gelbliche Farbe. Man färbt sie nach Erfordernis durch verschiedene Beimischungen: blau mittels Zaffer, grün mit Kupferoxyd (Kupferasche), braun mit Braunstein oder Braunstein und Kupferasche, schwarz mit Braunstein und Eisenhammerschlag, gelb mit rohem Spiesglanz (Schwefelantimon), rot mit Eisenoxyd oder Eisenvitriol; stellt aber auch mit der nicht gefärbten Glasur farbige Ware dar, indem man die lufttrockenen oder bereits gelinde gebrannten Geschirre mit gelbem, braunem, rotem Thonbrei begiesst (von welchem sich eine dünne Schicht anhängt) und dann wieder trocknet (Angiessen, Begiessen, S. 921). Ebenso werden oft Gegenstände von geringem Thon mit weissem Thon angegossen; dann muss aber die Glasur von weissem eisenfreien Quarzsande (statt Lehm oder gelbem Sande) bereitet sein, um die weisse Farbe nicht zu verderben. Man stellt mit Angussfarben einen Marmor dar, indem man sich eines Gefässes mit 2, 3, 4 Abteilungen bedient, welche in einem gemeinschaftlichen Ausguss endigen; die verschiedenen Farben fliessen dann in einem Strahle, aber unvermengt auf das Geschirr, welches dabei beliebig gedreht oder geschwenkt wird, um wellenartige bunte Zeichnungen zu bilden. Dachziegel glasiert man mittels Bleiglätte und Braunstein oder Bleiglätte und Kupferasche sowohl mit als ohne Lehm- oder Sandzusatz. — Die farblose durchsichtige Glasur des Steinguts wird aus Quarz (weissem Sand oder Feuersteinmehl), gewöhnlichem Glase, Mennige, Soda, oft mit Zusatz von Granit oder Feldspat bereitet; in England aus Quarzmehl, zersetztem Granit, Bleiweiss (Mennige) und Kristallglas (Flintglas), mit oder ohne Zusatz von Salpeter und Borax. — Für Thongeschirre wird folgendes Gemisch sehr empfohlen[1]: 28 T. Quarz oder Glasursand, 40 T. Glätte, 18 T. Pfeifenthon, 9 T. bester Braunstein, 5 T. Kreide, welches gefrittet und dann gemahlen werden soll. — Das englische Porzellan und das Frittenporzellan bekommen verschiedentlich zusammengesetzte bleihaltige Glasuren (S. 880).

Eine eigentümliche gemäldeartige, aber gewöhnlich nur mit Abstufungen einer Farbe schattierte Darstellung von Figuren, Bildnissen, Blumen u. s. w. wird erhalten, wenn auf der Oberfläche einer Platte, eines Tellers u. dgl. m. die Zeichnung vertieft eingepresst ist und man nachher eine durchsichtige farbige Bleiglasur (blau, grün, violett u. s. w.) so dick aufträgt, dass sie die Vertiefungen ausfüllt und eine glatte Fläche bildet. In Frankreich werden Steingutgegenstände dieser Art unter dem Namen *émail ombrant, émail de Rubelles,* verfertigt. Sie haben eine gewisse Verwandtschaft mit den Porzellan-Licht-

[1]) D. p. J. 1873, **208**, 234.

bildern (S. 905), sind aber rücksichtlich der Pressung das Entgegengesetzte derselben, sofern bei jenen Bildern die Stellen der Zeichnung desto dicker sein müssen, je dunkler sie beim Durchsehen erscheinen sollen; während hier die dunkelsten Stellen gerade am meisten vertieft (daher am dünnsten) auftreten, weil in ihnen die Glasur am dicksten abgelagert sein muss und das Bild nicht in durchgehendem, sondern in auffallendem Lichte betrachtet wird. Die Natur der Sache bringt es mit sich, dass man auf diese Art nur ganz oder fast flache Stücke verzieren kann; von anderen würde die Glasur im Schmelzen ablaufen.

c. Undurchsichtige weisse Glasur, Zinnglasur, Schmelz[1]) für weisse Öfen, Fayence u. s. w. Man bereitet durch anhaltendes schwaches Glühen von 10 T. Blei mit 2 bis 5 T. Zinn ein Gemenge von Blei- und Zinnoxyd, welches feingemahlen, dann mit gewöhnlichem weissen Glase oder mit den Rohstoffen zu einem solchen (eisenfreiem Sande, Kochsalz, Mennige, Soda oder Pottasche, nebst ein wenig Salpeter und weissem Arsenik) versetzt und zusammengeschmolzen wird. Diese Glasur ist mithin im wesentlichen mit dem Milchglase (S. 850) und dem weissen Schmelz (S. 437) übereinstimmend. Sie bringt, wegen ihrer Undurchsichtigkeit, auch auf rötlichen Thonmassen eine weisse Farbe hervor, ist aber nicht ohne Schwierigkeit schön weiss und glatt geflossen herzustellen.

Je mehr Bleioxyd die weisse Glasur enthält, desto dünn- und leichtflüssiger wird sie, desto glatter und spiegelnder fällt ihre Oberfläche aus; aber desto mehr fliesst sie beim Schmelzen von Erhöhungen (z. B. erhabenen Verzierungen, Ecken und Kanten der Ware) ab, und lässt diese unvollkommen gedeckt, während dagegen feine Vertiefungen verzierter Oberflächen von ihr ausgefüllt werden. Vermehrung des Zinnoxydgehaltes erzeugt schönere Weisse, vollkommenere Undurchsichtigkeit (Deckkraft), aber auch Dickflüssigkeit, vermöge welcher eine unebene Oberfläche entsteht und feine Vertiefungen der verzierten Ware ebenfalls ausgefüllt, überhaupt Zeichnung und Ecken abgestumpft werden. — Zuweilen wird die Zinnglasur gefärbt durch Zusatz von Antimonoxyd (gelb), Schmalte (blau), Kupferasche (grün), Braunstein (violett), u. s. w.

d. Bleifreie Glasuren. Für Töpferware hat man, in übertriebener Furcht vor der gewöhnlichen Bleiglasur, vielerlei bleifreie Glasurmischungen empfohlen (z. B. gewöhnliches bleifreies Glas und Soda; oder Sand und Soda; oder Sand, weissen Thon und Pottasche; oder Lehm und Flussspat; oder Wasserglas und Kalk, u. s. w.); sie haben aber teils keinen, teils wenig Eingang gefunden, weil sie meist entweder zu strengflüssig oder zu sehr dem Rissigwerden, S. 922, unterworfen, oder für geringwertige Ware zu teuer sind. — Eine bleifreie (schwarzbraune) Glasur auf Dachziegel entsteht aus einem Gemenge von Steinkohlenstaub und gebranntem Kalk. Auf Steinzeug kann Hohofenschlacke (S. 25) ohne weitern Zusatz als Glasur angewendet werden. — Die Glasur des Porzellanes ist die vollkommenste Art bleifreier Glasur, sehr hart und strengflüssig, aber eben des letztern Umstandes wegen auf Ware, die bei geringerer Hitze gebrannt wird, nicht anwendbar; sie besteht gewöhnlich aus den nämlichen Stoffen wie das Porzellan selbst, nur mit einem grössern Verhältnisse von Flussmitteln (z. B. Porzellanscherben, Quarz, Gips, oder Porzellanscherben, Quarz, Kreide); oft setzt man sie aber nur aus Quarz und Feldspat zusammen. Von derselben Art ist die Glasur des

[1]) D. p. J. 1877, 223, 288.

Gesundheitsgeschirres (S. 880): 42 Quarzsand, 33 Kaolin, 13 ungebrannter Gips, 12 unglasierte Porzellanscherben.

Die Rohstoffe der verschiedenen Glasuren werden meist einzeln zu Pulver zerkleinert, dann gemengt und mit Wasser zu Brei angemacht, zwischen den Mühlsteinen der Glasurmühle[1]) wiederholt gemahlen, zuletzt durch ein Sieb gegossen, um gröbere Teilchen zu entfernen. Manche Glasuren (so die Zinnglasur, S. 924) pflegt man aber vorläufig zu schmelzen oder wenigstens in halben Fluss zu bringen (zu fritten, S. 439, 880), dann erst zu stampfen und zu mahlen.

Das Auftragen der mit Wasser zu einer Brühe verdünnten Glasur geschieht in der Regel, nachdem die Ware bereits gebrannt ist (durch Eintauchen oder Begiessen, Ausschwenken, Bepinseln); die trockne Thonmasse saugt das Wasser ein und die Glasurstäubchen bleiben auf der Oberfläche hängen. In einigen wenigen Fällen stäubt man das Glasurpulver trocken auf die befeuchteten Geschirre. Die Gegenstände werden dann zum zweitenmale gebrannt, wobei die Glasurdecke schmilzt und sich mit der Masse verbindet (Einbrennen der Glasur, Glasurbrand). Bei den mit leichtflüssiger Glasur versehenen nicht gesinterten Thonwaren, sowie beim Frittenporzellan giebt man beim zweiten Brennen eine geringere Hitze als das erste Mal (man setzt die glasierten Stücke mit unglasierten lufttrockenen zugleich in den Ofen, aber erstere an die weniger heissen Stellen). Beim Steinporzellan und so auch bei Ofenkacheln u. s. w., welche eine Zinnglasur erhalten, ist es umgekehrt; man brennt hier das erste Mal, ohne die Glasur, mit schwachem Feuer (Verglühen, Schrüen), und nach dem Auftragen der Glasur bei grösserer Hitze — Garbrennen, Starkbrennen, Glattbrennen (wobei, was das Porzellan betrifft, erst das Zusammensintern der Masse stattfindet). Porzellan, welches den Starkbrand ohne Glasur mitgemacht hat, heisst Biskuit; doch nennt man missbräuchlich auch die verglühte Ware so.

Bei glasierten Ziegeln, geringer Töpferware u. s. w. ist es sehr gebräuchlich, die Glasur sogleich auf die lufttrockene Ware durch Begiessen aufzutragen, weil man so mit einem einzigen Brande zum Ziel kommt; doch verdient dieses Verfahren im allgemeinen keine Empfehlung, da hierbei die Ware gewöhnlich zu schwach gebrannt wird, es sei denn, dass man eine angemessene strengflüssigere Glasur gebraucht. Man empfiehlt, um die der lufttrocknen Ware aufgetragene Glasur bis zu deren Schmelzung gehörig festzuhalten, die betr. Fläche zunächst mit Leimwasser zu bestreichen und trocknen zu lassen, auch die Glasurmasse mit Leimwasser anzumachen.[2])

D. Das Schleifen der Thonwaren nach dem Brennen und vor dem Glasieren findet dann statt, wenn man von der Oberfläche einen höheren Grad der Glätte verlangt. Das ist z. B. der Fall bei feinen Kacheln. Man schleift dieselben auf Sandsteinen oder auch mit Sand, wie natürliche Steine (S. 815), wobei das Glanzschleifen natürlich hin-

---

[1]) D. p. J. 1828, **28**, 177 m. Abb.; 1859, **154**, 177 m. Abb.
[2]) D. p. J. 1885, **256**, 191.

wegfällt. Das dem Schleifen folgende Verglasen unterscheidet sich nicht von den sonstigen Verfahren dieser Art. Selten nur werden die Schleifflächen (z. B. der Thonziegel) unglasiert gelassen.

Zu erwähnen ist hier das Schleifen nach stattgefundenem Glasieren mittels des Sandblaseverfahrens (S. 860), welches durch teilweises Wegnehmen der Glasur matte Zeichnungen auf glänzendem Grunde hervorbringt, welche, wenn gut gewählt, eine vorzügliche Wirkung haben. Man findet diese Technik vorzüglich für feinere Ofenkacheln angewendet.

E. Bemalen, Bedrucken, Vergolden u. s. w. der Thonwaren.[1]) Diese Bearbeitungsweisen können hier ganz kurz behandelt werden, teils weil ihre wichtigste Seite — die Zusammensetzung der Farben und die Beeinflussung der letzteren durch die Glasur, beziehungsweise den Scherben und die beim Einbrennen angewandte Temperatur — dem Gebiete der Chemie angehört, teils weil sie ähnlich bei der Glasbearbeitung vorkommen und bei deren Erörterung (S. 855) beschrieben sind.

Die angewendeten Farben sind entweder schmelzbar oder mit Schmelz gemischt, und werden dann entweder unter die Glasur oder auf dieselbe gelegt, oder sie sind gewöhnliche Firnisfarben. Die ersteren unterscheiden sich wieder in weiche oder Muffelfarben, harte oder Ofenfarben und Gut- oder Scharffeuerfarben, je nachdem dieselben in der Muffel (S. 920) zum Fluss gebracht werden können, oder die höhere Temperatur des Ofens, oder die allerhöchste Temperatur, das Scharffeuer nötig haben.

Die Scharffeuerfarben sind im allgemeinen weniger gleichförmig und feurig als die Muffelfarben, dagegen wesentlich härter, dauerhafter als letztere, welche der Abnutzung in viel höherem Grade unterworfen sind. Die Ofen- und Scharffeuerfarben können sowohl unter als auch auf der Glasur angewendet werden, die Muffelfarben jedoch nur auf der Glasur.

a. Schmelzfarben. Sie bestehen aus einem Glasgemisch (S. 924), dem färbende Metalloxyde oder sehr fein zerteilte Metalle eingefügt sind.

α. Anwendung unter der Glasur. Namentlich geringere Thonwaren werden durch unter die Glasur gelegte Farben verziert; bei Porzellan kommt solches seltener vor.

Bei billigeren Thonwaren trägt man die mit Wasser angemachte Farbe auf die getrockneten Stücke; nach dem Trocknen der Farbe überzieht man das Ganze mit der Glasurmasse, und ist auch diese getrocknet, so brennt man die Ware. Zuweilen werden aber die Gegenstände mit den aufgetragenen Farben verglüht und nunmehr erst die Glasur angebracht. Auch findet zunächst ein Verglühen der Gegenstände statt, dem dann das Auftragen der Farben und der Glasur folgt. Letzteres für bessere Ware vorkommende Verfahren führt man wohl in der Weise durch, dass man die Oberfläche der verglühten Gegenstände zunächst mit Gummiwasser oder Milch oder Fett bestreicht, damit sie nicht zu viel Farbe aufnimmt, dann trocknet, die Gegenstände erhitzt, behufs Zerstörung jenes Grundanstriches, und hierauf die Glasurmasse aufträgt.

---

[1]) A. Brongniart, Handbuch der Porzellanmalerei, deutsch von M. Kypke, Berlin 1846. — A. Brongniart, Das Kolorieren und Dekorieren des echten Porzellans u. s. w. Deutsch von C. H. Schmidt, Weimar 1846. — Chr. J. Kärner, Die Porzellanmalerei, Berlin 1870. — Jännicke, Grundriss der Keramik in bezug auf das Kunstgewerbe, Stuttgart 1878. Karmarsch & Heeren, Technol. Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. 9, Prag 1888, S. 434.

Das Auftragen der Farben findet statt mittels Pinsel, mittels eines feinen Schwammes, der die Linien der Zeichnungen erhaben enthält, während das übrige stark vertieft ausgeschnitten ist, oder mittels des Abziehens (S. 735).

Es sei erwähnt, dass man auch Farben unter die Glasur legt, welche nicht schmelzen, die also in Anlehnung an das w. o. (S. 921) genannte An- oder Begiessen, Anguss- oder Begussfarben genannt werden können.

β. Anwendung auf der Glasur. Sie kommt für bessere Ware am häufigsten vor. Zunächst wird — soweit die anzubringende Zeichnung solches verlangt — die Grundfarbe aufgetragen und eingebrannt. Dann folgen die übrigen Farben, welche, wenn sie sich berühren, nacheinander eingebrannt werden, um reine Begrenzungen derselben zu erreichen. Daraus folgt die Notwendigkeit, dass die zuerst aufgetragenen Flüsse schwerer schmelzbar sein müssen als die folgenden. Das bedingt eine je nach Umständen mehr oder weniger reiche Abstufung in der Zusammensetzung der Flüsse.

Die Farben werden selten mit Honig, Zucker, Eiweiss, Gelatine oder Glycerin, meistens mit Terpentin- oder Lavendelöl (Spiköl) angemacht, auch kommen Nuss-, Mohn- und Baumöl zur Verwendung. Die massgebenden Gesichtspunkte für die Auswahl unter diesen Bindemitteln sind folgende: Es soll die angemachte Farbe sich gut auftragen lassen, z. B. leicht aus dem Pinsel fliessen, sie soll zuweilen langsam trocknen, um Nachbesserungen der Malerei, Abschattierungen derselben zu ermöglichen; es darf endlich keine, oder doch nicht viel kohlige Rückstände liefern, welche durch Reduktion der färbenden Metalloxyde die Färbung derselben beeinträchtigen würden.

Bei dem Auftragen muss natürlich dafür gesorgt werden, dass die Ware völlig trocken ist, weil das verdunstende Wasser die Terpentin- u. s. w. Schicht nicht zu durchdringen vermag.

Für Bindemittel in wässeriger Lösung fällt diese Rücksicht natürlich hinweg.

Das Auftragen der Farben geschieht mittels des Pinsels, mittels Stempel, die indes wegen der unebenen Flächen nur klein sein können, mittels des Abziehens u. dgl. —

Kupferstiche werden auf die Weise angebracht, dass man die gestochene Kupferplatte auf einem Ofen erwärmt, mit der in zähgekochtem Nussöl angeriebenen Mineralfarbe einreibt, durch die gewöhnliche Walzenpresse auf ungeleimtes dünnes aber festes Papier abdruckt, den Abdruck sofort — ganz frisch von der Presse weg und nur von dem überflüssigen Papiere durch Beschneiden befreit — auf die Ware legt, ihn mit einem wollenen Reiber genau anreibt, das Stück in Wasser legt, endlich das erweichte Papier behutsam wegwischt und abspült. Mehrfarbiger Druck ist durch einen besondern Kunstgriff herzustellen.[1]) — Zum Bedrucken werden zuweilen besondere Maschinen, bezw. mechanische Vorrichtungen verwendet.[2]) Man bringt auch Photographien auf den Gegenständen an.[3])

Die Überzüge aus Edelmetall (Gold, Silber, Platin) werden bei Anwendung des gewöhnlichen Verfahrens matt; sollen sie hohen Glanz erhalten, so poliert man sie mittels Achat oder Blutstein. Es giebt auch Mischungen (Glanzgold), welche lediglich durch Einbrennen hohen Glanz erhalten, jedoch sind derartige Vergoldungen weniger haltbar, als erstere.

Lüsterfarben bestehen in einem zarten Überzug, welcher die unter ihm liegende Farbe hervortreten lässt, ihr aber ein metallähnliches, bezw. irisierendes Aussehen giebt. Sie werden gewonnen durch Überziehen der betreffenden Flächen mit einem in Lavendel- oder Terpentinöl gelösten Metallresinat, bezw. einer Metallseife und Einbrennen.

---

[1]) Polyt. Centralbl. 1859, S. 1027.

[2]) D. p. J. 1878, **229**, 547 m. Abb.; 1885, **258**, 154 m. Abb.

[3]) D. p. J. 1860, **158**, 124; 1864, **173**, 100; 1869, **193**, 520; 1873, **208**, 310.

Martin, Handbuch der Emailphotographie, Weimar 1862.

b. Firnisfarben. Manche unglasierte Gegenstände von undichtem Scherben werden — als zum Zierrat oder wenigstens nicht zu anstrengendem Gebrauche bestimmt — mit Ölfarbe, oder mit Farben in Kopalfirnis abgerieben, angestrichen, auch wohl bronziert oder vergoldet nach den für Holzarbeit gebräuchlichen Verfahrungsarten (S. 731, 741); dergleichen Ware kommt unter den Namen Siderolith und Terralith vor.

Sachverzeichnis.

F.

G.

H.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Leipzig. Druck von Grimme & Trömel.




B'D. NOV 9 1912

